# ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU MERCREDI 27 OCTOBRE 1954.

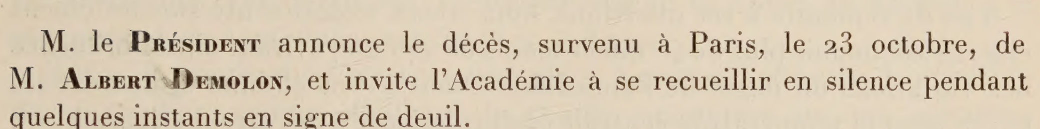
PRÉSIDENCE DE M. MAURICE DE BROGLIE.

---



## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.



M. le **Président** annonce le décès, survenu à Paris, le 23 octobre, de M. **Albert Demolon**, et invite l'Académie à se recueillir en silence pendant quelques instants en signe de deuil.

L'allocution nécrologique d'usage sera lue en l'une des prochaines séances par M. **Maurice Javillier**.

M. **Paul Montel** signale à l'Académie la présence de M. **Lucien Godeaux**, Membre de l'Académie Royale de Belgique, Professeur à l'Université de Liége. M. le Président souhaite la bienvenue à celui-ci et l'invite à prendre part à la séance.

M. le **Président** informe l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de la Toussaint, la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mercredi 3 au lieu du lundi 1er.

PHYSIOLOGIE. — *Modifications expérimentales de la durée de l'apnée primaire anoxique.* Note de MM. **Léon Binet** et **Maurice V. Strumza**.

A la suite de l'inhalation d'un mélange gazeux fortement appauvri en oxygène, la respiration, après avoir passé par une phase d'excitation, est déprimée, le rythme respiratoire se ralentit, la profondeur diminue progressivement et enfin toute activité respiratoire cesse : c'est l'apnée primaire anoxique.

Divers facteurs sont susceptibles d'influer sur la durée de cette apnée primaire anoxique [1] : une teneur élevée de l'oxygène sanguin au début

---

[1] Léon Binet et M. V. Strumza. *C. R. Soc. Biol.*, 144, 1950, p. 748. — $CO_2$ total plasmatique artériel et déclenchement de la reprise respiratoire après apnée primaire anoxique *Ibid.*, 145, 1951, p. 193-195. Profondeur de l'anesthésie, température centrale et déclenchement de la reprise respiratoire après apnée primaire anoxique *Ibid.*, 148, 1956, p. 54-56.

de l'apnée prolonge sa durée, la reprise respiratoire ayant lieu avec un taux sensiblement constant d'oxygène; la richesse en gaz carbonique, pour un taux d'oxygène donné inférieur au seuil critique, favorise la reprise respiratoire. L'anesthésie, l'intensité des échanges tissulaires interviennent : la durée de l'apnée primaire étant d'autant plus courte que l'anesthésie est moins profonde; une température centrale élevée raccourcit l'apnée, une température basse l'allonge. Est-il possible de faire varier la durée de cette inhibition respiratoire anoxique à l'aide d'agents susceptibles de modifier l'excitabilité directe ou réflexe des centres nerveux respiratoires ? Peut-on, en particulier déclencher la reprise des mouvements respiratoires avant que la sous-oxygénation devienne dangereuse pour les tissus ?

Afin de répondre à ces questions, nous avons expérimenté sur des chiens chloralosés depuis plus de 40 mn et moins de 140 mn, évitant ainsi l'influence des variations du degré de l'anesthésie. Nous avons éliminé également les sujets dont la température centrale était inférieure à 37° ou supérieure à 39°. Dans ces conditions expérimentales, la durée moyenne de l'apnée primaire anoxique, des 115 chiens retenus est de 100,8 ± 5, 7 s. Ces animaux qui ont subi pour toute manipulation la mise en place d'une canule intrachéale et celle d'une canule dans l'artère fémorale pour l'inscription de la pression artérielle, servent de témoins.

Les agents pharmacodynamiques dont nous avons exploré l'activité, ont été administrés, en injection intraveineuse, à des chiens maintenus dans les mêmes conditions expérimentales que les témoins, 5 mn environ avant la suspension respiratoire par anoxie. Parmi les produits utilisés, les uns ont allongé la durée de l'apnée, les autres ne l'ont sensiblement pas modifiée, quelques-uns l'ont nettement raccourcie.

Un *antihistaminique*, le chlorhydrate de (diméthyl-amino-2′-propyl-1′)-N-dibenzo-parathiazine (3 277 RP), à la dose de 2,5 mg/kg de poids, a entraîné les apnées primaires anoxiques les plus prolongées que nous ayons enregistrées : 198,3 ± 28,6 s, en moyenne, pour six chiens.

La durée moyenne de l'apnée a été de 138,3 ± 14,4 chez 16 chiens qui ont reçu une injection intraveineuse de chlorhydrate de *procaïne*, à raison de 1 mg au kilogramme. La différence avec les témoins est statistiquement significative : $t = 2{,}5$.

Avec le chlorhydrate de *morphine*, à la dose de 0,5 mg/kg de poids, nous trouvons un allongement, par rapport aux témoins, non significatif statistiquement. Pour 11 chiens, on mesure une durée d'apnée de 117 ± 20,9 s.

Un *analeptique respiratoire*, le N, N′-dibutyl N, N′-dicarboxyl-morpholide-éthylène-diamine (1064 Th) a donné sur huit chiens, le temps d'apnée de 104 ± 25,4 s avec des doses variant de 1 à 10 mg/kg de poids. L'effet

est donc nul et il n'a été constaté aucune relation entre la quantité de produit injecté et la durée de l'apnée.

Les *éphédrines* et leurs dérivés, qui doublent et même triplent la durée de persistance de l'activité respiratoire des animaux chloralosés soumis à l'anoxie, ne manifestent, aux doses de 10 à 20 mg/kg de poids, aucun effet raccourcisseur sur l'apnée primaire anoxique. La durée moyenne de celle-ci, pour 17 chiens, est de 102,3 ± 19,9 s.

La *caféine*, à raison de 20 mg/kg de poids ne présente aucun effet significatif sur la durée moyenne de l'apnée : pour 13 chiens, on trouve une durée de 89,2 ± 14,9 s.

Par contre, les *psychamines*, le sulfate de phényl-1-amino-2-propane en particulier, raccourcissent significativement la durée de l'apnée : la moyenne pour neuf chiens est de 71,9 ± 8,7 s.

Enfin, il convient de réserver une place à part à l'*atropine*. L'injection de ce produit, comme d'ailleurs la double vagotomie au cou, supprime l'apnée primaire anoxique sous son aspect habituel. Nous avons montré ([2]) que l'année primaire anoxique est la conséquence d'une hypervagotonie de sous-oxygénation qui inhibe les centres respiratoires. Avec les progrès mêmes de l'anoxie, le tonus vagal disparaît, l'inhibition respiratoire cesse. Ces centres sont néanmoins directement perturbés par la sous-oxygénation et s'arrêtent après avoir présenté une activité irrégulière, avec des pauses interrespiratoires plus ou moins prolongées. Même en considérant les pauses les plus longues, la durée moyenne pour 36 chiens est de 61,1 ± 9,7 s, temps bien plus court que celui de l'année primaire classique. La différence étant significative : $t = 3,7$.

Il est donc possible de modifier la durée de l'apnée primaire anoxique : tous les dépresseurs allongent cette durée et même si le système nerveux central est fortement inhibé, la reprise respiratoire fait totalement défaut. Inversement certains excitants nerveux peuvent hâter le retour des mouvements respiratoires. Enfin, les vagolytiques peuvent empêcher l'apparition de l'apnée primaire anoxique, les mouvements respiratoires dits agoniques se raccordant sans intervalle de temps aux mouvements respiratoires.

GÉOLOGIE. — *Contribution à la connaissance du Permien des zones externes des Alpes françaises : le Permien d'Entraigues et des Rouchoux (massif du Pelvoux).* Note de MM. **Léon Moret** et **Jacques Debelmas**.

On sait, depuis la Note synthétique de M. Gignoux et L. Moret ([1]) que les affleurements attribués au Permien dans les zones externes des Alpes

([2]) L. Binet et M. V. Strumza. *J. Physiol.*, 46, 1954, p. 252-254.

([1]) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 853.

françaises, peuvent se répartir en deux groupes : certains font normalement suite au Houiller et sont recouverts en discordance par le Trias, par exemple, les conglomérats du Prarion dont nous serions tentés de faire de l'Autunien; les autres au contraire reposent en discordance sur le matériel plus ancien et passent à leur sommet au Trias, c'est le cas des « Grès d'Allevard » dont de récentes découvertes d'empreintes de plantes (*Calamites cisti*, *Pseudovoltzia*) [2] viennent de démontrer qu'ils débutent dès le Permien inférieur (ici, Saxonien ?) et passent stratigraphiquement jusque dans le Permien supérieur-Trias.

Les deux affleurements ici décrits, sont situés sur la bordure Ouest du Pelvoux et ont été découverts naguère par P. Termier.

1. *Le Permien d'Entraigues*, extrêmement réduit en surface, se montre formé de grès à grain très fin et d'argilolites bigarrées vertes et violettes, coiffant assez tranquillement le Cristallin, le long du canal du Beaumont, au-dessus du hameau des Prats.

Ainsi que l'un de nous (J. D.) l'avait noté en compagnie de P. Lory [3], il n'existe aucun rapport entre ce Permien et l'étroit synclinal houiller des Prats, pincé dans le Cristallin, qui détermine le petit ravin descendant sur ce hameau. Ce Permien des Prats apparaît donc postérieur à des mouvements ayant intéressé le Houiller, mais s'étant poursuivis au cours du Permien inférieur (ancienne phase allobrogienne de M. Lugeon). Quant à ses rapports avec le Trias, ils sont pratiquement impossibles à connaître en raison des mauvaises conditions d'observation. Toutefois, à quelques dizaines de mètres en amont dans la pente, affleure un lambeau de Trias reposant, au moins localement, directement sur le Cristallin lui aussi, ce qui souligne son indépendance vis-à-vis du Permien. Ce Trias remanie des produits pulvérulents rouges, que P. Lory [4] a montré être le fait de l'altération permienne.

2. *Le Permien des Rouchoux* représente à l'affleurement une masse plus importante et ressemble étonnamment au Grès d'Allevard. Il forme le sommet des Rouchoux (1971 m) et les crêtes qui en descendent, vers le Nord jusqu'à la cabanne de Prés Clos (1670 m) et au Sud jusqu'à la Combe du Verney. De plus, un peu au Sud-Est de la cabanne de Prés Clos, dans la croupe que limitent les ruisseaux de Marcoz et du Pleynet, ce Permien forme au milieu du Houiller deux petites bandes parallèles dues à de petits replis écaillés.

Du point de vue stratigraphique, le Permien succède là normalement

---

([2]) P. Gidon, *Comptes rendus*, 231, 1950, p. 974; P. Corsin et A. C. Tobi, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 984.

([3]) *C. R. Soc. Géol. France*, 3 novembre 1952, p. 279.

([4]) *Trav. Labor. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, 1953, 30, p. 117.

au Houiller sans discordance visible, mais il ne s'agit vraisemblablement que d'une « accordance » tectonique. Le changement de faciès est brutal : les schistes noirs houillers, à grain très fin, à débris végétaux indéterminables, sont surmontés brusquement par un conglomérat arkosique, de couleur très claire, grise ou blanche, à très nombreux cailloux éolisés, présentant les facettes d'usure et l'allure polyédrique classique. Ces galets, éolisés ou non, sont presque uniquement cristallins (granulites, gneiss, micaschistes, cornéennes, etc.).

Le ciment est un grès friable, très feldspathique. Cette couche de base est d'épaisseur variable, mais au-dessus d'une tranche de sédiments de 10 à 30 m d'épaisseur suivant les points, le conglomérat se colore progressivement en rouge, en gardant par ailleurs une composition identique. Il semble possible d'expliquer la couleur claire des assises basales par une décoloration du sédiment permien dans un milieu organique réducteur prolongeant celui qui avait régné précédemment.

Vers le haut de la série, le grain diminue et l'on passe au grès finement conglomératique des Rouchoux, de couleur rouge, par places marbré de vert, toujours feldspathique et à éléments cristallins.

La stratification est bien soulignée par l'alternance de niveaux grossiers, durs, et d'assises plus fines et plus tendres.

Le contact avec le Trias est visible seulement à l'Ouest du sommet des Rouchoux, au Col de Prés Clos (ou de la Pale). Il semble bien que ce contact ait joué tectoniquement, aussi l'existence d'une discordance qui se lirait dans la différence brusque des pendages n'est-elle pas convaincante.

Mais c'est surtout « cartographiquement » que l'indépendance Permien-Trias et l'accordance tectonique Permien-Houiller apparaissent le plus nettement. Les travaux de J. Vernet ([5]) ont en effet montré que le Permien et le Houiller formaient là un synclinal hercynien dont la direction est légèrement différente de celle du synclinal mésozoïque de la Croix de Rougny.

De ce qui précède, on peut conclure qu'au Permien inférieur (Saxonien), sur la bordure Ouest du Pelvoux, vraisemblablement à la suite de mouvements d'amplitude inconnue, le socle paléozoïque, avec ses synclinaux houillers, était par places, par exemple à Entraigues, en proie à l'érosion. Ailleurs, au contraire, s'accumulaient les produits de cette érosion.

Or, à Entraigues, P. Lory ([4]) a récemment signalé la transformation progressive, sur place, de la granulite en arkose. Il est, à ce sujet particulièrement intéressant de constater que granulite et arkose se rencontrent

---

([5]) *Bull. Serv. Carte Géol. France*, n° 239, 51, 1953, p. 129.

abondamment en débris dans le Permien des Rouchoux qui n'a rien emprunté à son propre substratum. Ainsi, sans forcément voir dans les Rouchoux, la zone d'épendage même des produits d'érosion du massif d'Entraigues, apparaît, conformément aux vues de M. Gignoux et L. Moret l'existence de reliefs rajeunis par places et de bassins d'épendage locaux, expliquant le caractère sporadique des dépôts du Permien dans cette région des Alpes. Une autre conséquence de ce qui vient d'être exposé, est la possibilité de déplacement des aires de sédimentation.

Nous avons en effet pu voir qu'à la fin du Permien, la région d'Entraigues fonctionnait à son tour comme zone d'épendage, mais cette zone était fort étroite ou avait été soumise, une fois de plus, peu après ce bref épisode sédimentaire, à une nouvelle érosion, puisque les premiers sédiments triasiques reposent, au moins localement, sur le vieux matériel cristallin altéré et rubéfié.

Ainsi, ce que nous connaissons du Permien des zones externes de nos Alpes françaises, nous montre que, dès l'Autunien, lié stratigraphiquement et tectoniquement au Houiller, cette période, au climat devenu sec et subdésertique, a été agitée par les derniers soubresauts de la chaîne hercynienne, soit au cours du Saxonien (?), soit même postérieurement.

L'Ouvrage suivant est présenté par M. **Henri Humbert** : *Les Chênes*, par Aimée Camus. Tome III, 1re et 2e Parties. Texte.

## PLIS CACHETÉS.

A la demande d'un historien des sciences, le pli cacheté accepté en la séance du 23 avril 1749 et enregistré sous le n° 23, est ouvert par M. le Président.

Le document qui en est retiré sera soumis à l'examen de la Section de chimie.

## DÉSIGNATIONS.

M. **Léon Binet** est désigné pour représenter l'Académie aux Cérémonies du Souvenir organisées par la **Fédération Nationale des Médecins du Front**, qui auront lieu le 14 novembre 1954 en la Cathédrale Notre-Dame de Paris et au Val-de-Grâce.

M. **Léopold Escande** est désigné pour représenter l'Académie aux **Premières Journées d'Hydraulique de Yougoslavie**, organisées par la **Société des Ingénieurs de Yougoslavie**, qui auront lieu du 7 au 9 novembre 1954 à l'Académie Serbe des Sciences, à Belgrade.

## CORRESPONDANCE.

M. **Maurice Ponte** prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section des applications de la science à l'industrie, par le décès de M. *René Barthélemy*.

M. **Georges Dupont** prie l'Académie de bien vouloir le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de chimie, par le décès de M. *Pierre Jolibois*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Comité national de Mécanique théorique et appliquée. *Colloque Junius Massau, tenu à Mons et Gand, les* 26 *et* 27 *avril* 1952, sous la Présidence de M. Joseph Pérès.

2° Annales de l'Association des ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand. *Centenaire Junius Massau*.

3° *Leçons de mécanique rationnelle*, par Junius Massau. Tomes I et II.

4° *Mémoire sur l'intégration graphique des équations aux dérivées partielles*, par Junius Massau.

5° *Appendice au Mémoire sur l'intégration graphique et ses applications*, par Junius Massau.

6° *Mécanique à l'usage de la classe de mathématiques élémentaires*, par M^lle^ N. Dequoy. Préface de M. Albert Châtelet.

7° Régence de Tunis. Service des mines, de l'industrie et de l'énergie. *Carte géologique de la Tunisie au* 1/500 000^e^. Deuxième édition. *Notice explicative*, par Gilbert Castany.

8° Id. Service géologique. *Notes*, Tome I, n^os^ 1-9. — *Bibliographie géologique de la Tunisie*, n° 1, établie par Gilbert Castany. — *Catalogue des publications*.

9° Office de la recherche scientifique et technique Outre-mer. Commission scientifique du Logone et du Tchad. *Étude pédologique du Bassin alluvionnaire du Logone-Chari*. Avant-propos du Général J. Tilho.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Sur une solution rigoureuse d'un problème d'écoulement plan en milieu poreux avec barrage souterrain.* Note de M. **Mladen Boreli**, présentée par M. Joseph Pérès.

Nous avons étudié un écoulement plan, permanent, à potentiel, en milieu poreux; le domaine D du liquide (pesant), en mouvement est limité par : 1° un fond imperméable $y=0$; 2° un barrage imperméable infiniment mince, de hauteur $h$; 3° un drain placé au niveau $\Delta$, dont la longueur $l$ est inconnue *a priori*; 4° une surface libre dont la position est inconnue *a priori*. Cet écoulement, désigné dans la suite par A, est déterminé par deux nombres sans dimension, car les quatre paramètres qui caractérisent l'écoulement, à savoir : $h$, $\Delta$, débit Q, coefficient de Darcy K, dépendent de deux grandeurs fondamentales seulement, longueur et temps. Pour l'écoulement A, les transformations et les équations qui donnent les correspondances conformes entre différents plans (plan du mouvement $z=x+iy$; plan de l'hodographe inverse $\zeta$; plan $t=m+ni$, demi-plan auxiliaire), sont quasi identiques à celles de l'écoulement vers un drain placé sur un fond imperméable (écoulement B) ([1]) et que nous avons étudiées dans une Note précédente ([2]). C'est pour cette raison que nous nous bornons ici à présenter les formules résolutives finales.

On trouve

$$\frac{l\mathrm{K}}{\mathrm{Q}}=-\frac{2(a-1)}{\pi^2}\log\frac{1+\sqrt{2b}}{1-\sqrt{2b}}-\frac{4}{\pi^2}\Phi(\sqrt{2b})+1, \tag{1}$$

$$\frac{\mathrm{K}\Delta}{\mathrm{Q}}=\frac{2(a-1)}{\pi}+\frac{2}{\pi}\log\left(1+\sqrt{1-2b}+\frac{\varphi_0}{\pi}\right), \tag{2}$$

$$\frac{h\mathrm{K}}{\mathrm{Q}}=\frac{4(a-1)}{\pi^2}\left[\frac{\pi}{2}-\operatorname{arc\,tg}\sqrt{\frac{m_1-2b}{1-m_1}}\right]+\frac{4}{\pi^2}\int_{m_1}^{1}\frac{\arcsin\sqrt{m}}{\sqrt{m-2b}}\,d\sqrt{m}+\frac{\varphi_0-\varphi_1}{\pi}, \tag{3}$$

où $a$ et $2b$ sont des paramètres indépendants qui représentent respectivement les abscisses réelles des images du point où la vitesse prend sur le fond imperméable sa valeur maximum d'une part, et du point commun au barrage et au drain d'autre part; $\Phi(\sqrt{2b})$ est une des intégrales de Spence (*cf.* $\alpha$)

$$\varphi_0=-\operatorname{arg\,ch}\left(\frac{1-b}{b}\right);\qquad \varphi_1=-\operatorname{arg\,ch}\left(\frac{m_1-b}{m_1}\right);$$

$m_1$ est l'abscisse réelle de l'image du point culminant du barrage où la vitesse

---

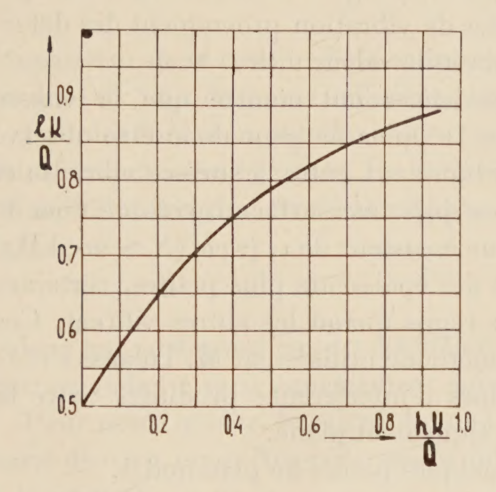
([1]) Cette identité résulte du fait que le prolongement analytique de l'écoulement B, à travers la surface libre est quasi identique à l'écoulement A. L'ensemble de deux écoulements donne l'écoulement vers un barrage avec un drain amont et un drain aval. La moitié du débit déverse, l'autre moitié passe par le drain.

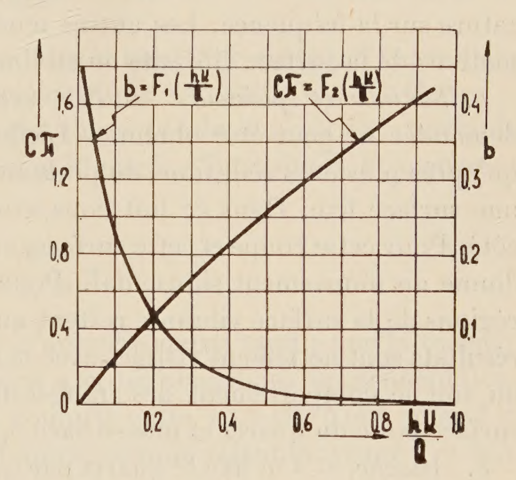
([2]) *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 132. Les références à ce travail seront notées $\alpha$.

est infinie. La valeur de $m_1$ est donnée par l'équation suivante :

$$\frac{2(a-1)}{\pi}\sqrt{\frac{m}{1-m}}+\frac{2}{\pi}\arc\sin\sqrt{m}=1 \tag{4}$$

Le cas où $\Delta=0$, correspond à un schéma voisin de l'écoulement que nous avons étudié dans une Note précédente ([3]) (écoulement C). Il existe alors une




relation liant les variables $lK/Q$ et $hK/Q$, représentée graphiquement sur la figure. La même figure donne aussi les courbes

$$c\pi=\frac{2(a-1)}{\pi}=F_1\left(\frac{lK}{Q}\right),\qquad b=F_2\left(\frac{lK}{Q}\right)$$

qui lient les paramètres $a$ et $b$ aux paramètres hydrauliques.

Ainsi que pour l'écoulement C, nous avons vérifié qu'un seuil de très faible hauteur peut avoir une influence favorable au point de vue de fonctionnement du drain.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *Étude de la vitesse maximum atteinte à la rupture par un quartz dont l'oscillation sinusoïdale ne déforme pas la surface vibrante.* Note de MM. **Norbert Ségard** et **Étienne Besème**, présentée par M. Jean Cabannes.

Dans une Note ([1]), M. Roig a montré que 60 m/s environ serait la vitesse linéaire minimum nécessaire pour observer la modification, par effet Döppler, d'une radiation monochromatique, après une seule réflexion sur un miroir de quartz animé d'un mouvement sinusoïdal. Il demande si cette vitesse peut être atteinte sans amener la rupture du quartz.

---

([3]) *Comptes rendus*, 235, 1952, p. 646.

([1]) *J. Phys. Rad.*, 11, 1950, p. 440.

Nos recherches ont porté sur les deux points suivants :

1° Choix du quartz pour l'obtention d'une vibration sinusoïdale sans déformation de la surface vibrante;

2° Détermination, pour un tel quartz, de la vitesse maximum à la rupture.

1° CHOIX DU QUARTZ. — *a. Coupe.* — Seule une coupe X d'un quartz vibrant en épaisseur, en demi-onde, est satisfaisante, malgré l'influence de la température sur la fréquence. Les autres modes de vibration provoquent des déformations de la surface vibrante ou en limitent la valeur utile.

*b. Surface et épaisseur.* — Nos expériences ont montré que la vitesse demandée ne peut être obtenue. L'effet Döppler ne peut donc être observé qu'après plusieurs réflexions du pinceau lumineux entre la surface vibrante et une surface fixe. Dans ce but nous avons pris une surface carrée de 1 cm de côté. Pour cette coupe et cette surface, une épaisseur de 1,42 cm ($N \simeq 200$ kHz) donne un mouvement sinusoïdal. Pour des épaisseurs plus petites, certaines régions de la surface vibrante restent au repos quand les autres vibrent. Ces résultats sont nettement visibles avec la méthode utilisée par M. Tolansky ([2]) : on suit le comportement des franges fines d'interférence produites entre la surface polie du quartz et une surface optiquement plane.

*c. Attache.* — On fixe le quartz par quelques points du plan nodal.

2° VITESSE MAXIMUM A LA RUPTURE. — *a. Calcul de* V. — En l'absence d'amortissement, la condensation de l'onde est maximum au centre du quartz et égale à $\pi a/e$, $a$ amplitude de l'extrémité; $e$ épaisseur de la coupe.

La même condensation, à la rupture, devient R/E, R résistance à la traction du quartz : 1000 kg/cm² ([3]), E module d'élasticité suivant l'axe X : 7871 kg/mm².

L'amplitude théorique de rupture A d'un tel quartz est donnée par la relation ([4]).

$$A = \frac{Re}{\pi E} = 0,0004\,e.$$

Pour une fréquence $N\,c/s = 287\,000/e$, on a

$$V = 2\pi NA = 729 \text{ cm/s}.$$

C'est une vitesse constante : en particulier, elle ne dépend pas de la fréquence propre du quartz.

En réalité, l'amortissement diminue légèrement l'amplitude et la vitesse de rupture. En désignant par $\alpha$ le coefficient d'amortissement et par $v$ la vitesse de propagation des ondes dans le quartz, l'amplitude est

$$A' = \frac{R}{E\sqrt{\dfrac{\pi^2}{e^2} + \dfrac{\alpha^2}{v^2}}}.$$

([2]) TOLANSKY et BARDSLEY, *Proc. Phys. Soc.*, B, 44, 1951, p. 224 et sq.

([3]) SOSMAN, *The propertie of Silica chemical catalog*, Company Ive, New York, 1927.

([4]) BESÈME, *Diplôme de Physique*, Lille, 1954.

Dans nos expériences $\alpha/\nu \simeq 0,01$ négligeable devant $\pi/e \simeq 2,25$. A′ doit donc être pratiquement égal à A : la vitesse de rupture ne change pas.

*b. Vérification expérimentale.* — Nous avons relié l'intensité efficace H. F., I, à la vitesse V′ du quartz au passage à la position d'équilibre ([4]) :

$$V' = \frac{I\sqrt{2}\,(e + 4,41\,e')}{2\varepsilon S}$$

$e'$ épaisseur de la couche d'air comprise entre le quartz de surface S et ses électrodes ($e' < 0,1$ cm) ; ε, coefficient piézoélectrique $5,2.10^4$ u. e. s. C. G. S.

Pour les faibles amplitudes nous avons vérifié cette relation grâce à la méthode interférométrique déjà citée. En remplaçant V′ par V, l'intensité H. F. exprimée en milliampères doit être à la rupture :

$$I = \frac{18\,s}{e + 4,41\,e'}$$

valeur qui ne dépend pas du coefficient d'amortissement tandis que la tension correspondante varie énormément suivant α et les conditions expérimentales.

Pour notre quartz, le calcul donne I compris entre 12,7 et 10 mA quand $e'$ varie de 0 à 0,1 cm. Nos expériences ont donné comme valeur moyenne : 11 mA à la rupture.

Par ailleurs, les essais de vibration en quart d'onde d'un quartz analogue de 400 kHz, qui aurait nécessité pour la même vitesse V une puissance apparente H. F. réduite de moitié, n'ont pas abouti : c'est l'onde Y de N = 270 kHz qui impose alors au quartz son régime de vibration.

## PHYSIQUE THÉORIQUE. — *La masse propre du photon.*

Note de M. **Asher Pressman**, présentée par M. Louis de Broglie.

La solution des équations de Maxwell en espace courbe, appuyée sur des considérations cosmologiques, montre que l'équation de mouvement d'un groupe d'ondes électromagnétiques est identique à celle d'un corpuscule (photon) dont la masse propre serait de l'ordre de $10^{-65}$ g.

Notre point de départ est le système d'équations de Maxwell

$$\varphi_{ij,k} + \varphi_{jk,i} + \varphi_{ki,j} = 0,$$
$$\mathcal{F}^{ij}{}_{,j} = \mathcal{J}^i,$$
$$\mathcal{F}^{ij} = \sqrt{|g|}\, g^{ik} g^{jh} \varphi_{kh}.$$

La première de ces équations peut s'écrire : $\varphi_{ij} = \varphi_{j,i} - \varphi_{i,j}$ où $\varphi_i$ est le quadripotentiel électromagnétique.

Définissons

$$\Phi^i = \sqrt{|g|}\, g^{ik} \varphi_k \qquad \text{et} \qquad \Phi^{i;} = g^{kl} \Phi^i{}_{;l}.$$

On a donc

$$\mathcal{F}^{ij} = \Phi^{j;i} - \Phi^{i;j}.$$

Prenant la divergence

$$\mathcal{J}^{i} = \Phi^{j;i}{}_{;j} - \Phi^{i;j}{}_{;j}.$$

D'autre part on a l'identité

$$\Phi^{j}{}_{;i;j} - \Phi^{j}{}_{;j;i} = - \Phi^{j} \mathrm{R}_{ji}$$

et comme le vecteur $\varphi_i$ n'est déterminé qu'à un gradient près, on peut toujours faire $\Phi^{j}{}_{;j} = 0$ et l'on a finalement :

$$\Phi^{i;j}{}_{;j} = - \Phi^{j} \mathrm{R}^{i}_{j} - \mathcal{J}^{i}.$$

Nous résoudrons cette équation dans le cas du vide $\mathcal{J}^{i} = 0$, avec un espace-temps à courbure isotrope (univers de de Sitter) : $\mathrm{R}_{ik} = 3\, g_{ik}/a^2$. L'équation d'onde s'y écrit

$$\varphi^{;j}_{;j} = - \frac{3}{a^2}\varphi,$$

la nature vectorielle de $\varphi$ cessant d'avoir de l'importance.

$$ds^2 = c^2\, dt^2 - a^2 \operatorname{ch}^2\left(\frac{ct}{a}\right)[d\rho^2 + \sin^2\rho\, d\theta^2 + \sin^2\rho \sin^2\theta\, d\varphi^2].$$

Notons d'ailleurs que le résultat final — en tant que loi physique — est indépendant du choix de la métrique (tant qu'elle satisfait à $\mathrm{R}_{ik} = 3 g_{ik}/a^2$) car les équations fondamentales sont tensoriellement invariantes.

Pour une onde sphérique, nous posons $\varphi = \mathrm{TR}$, et obtenons après séparation des variables :

$$\frac{\mathrm{R}''}{\mathrm{R}} + 2 \operatorname{cotg}\rho \frac{\mathrm{R}'}{\mathrm{R}} = - a^2 k^2,$$

$$\frac{\ddot{\mathrm{T}}}{\mathrm{T}} \frac{a^2 \operatorname{ch}^2\left(\frac{ct}{a}\right)}{c^2} - \frac{\dot{\mathrm{T}}}{\mathrm{T}} \frac{3a \operatorname{sh}\left(\frac{ct}{a}\right) \operatorname{ch}\left(\frac{ct}{a}\right)}{c} + 3 \operatorname{ch}^2\left(\frac{ct}{a}\right) = a^2 k^2,$$

dont la solution, jusqu'aux termes de l'ordre de $(r/a)^3$ et $(ct/a)^3$ est

$$\varphi = \frac{\varphi_0}{a \operatorname{tg}\left(\frac{r}{a}\right)} e^{ik\left(c\sqrt{1 + \frac{3}{a^2 k^2}}\, t - r\right)}.$$

La vitesse de nos ondes est donc

$$u = c\sqrt{1 + \frac{3}{k^2 a^2}} = c\sqrt{1 + \frac{3\lambda^2}{4\pi^2 a^2}}.$$

Leur vitesse de groupe est :

$$v = u - \lambda \frac{du}{d\lambda} = \frac{c}{\sqrt{1 + \frac{3\lambda^2}{4\pi^2 a^2}}} = \frac{c^2}{u}$$

soit en fonction de la fréquence $\nu = u/\lambda$ :

$$v = c\sqrt{1 - \frac{3c^2}{4\pi^2 a^2 \nu^2}}.$$

La masse propre d'un groupe d'ondes est

$$m_0 = \frac{W}{c^2}\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{\sqrt{3}\, W}{2\pi a c \nu}$$

et si ce groupe ne contient qu'un seul photon d'énergie $W = h\nu$, on a

$$\boxed{\mu_0 = \frac{\sqrt{3}\, h}{2\pi a c}.}$$

Nous aurions aussi pu obtenir ce résultat par comparaison de l'équation $\varphi_{;j}^{;j} = -(3/a^2)\varphi$ avec l'équation relativiste de Schrödinger

$$\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2} - \frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} - \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} - \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} = -\frac{m^2 c^2}{\left(\frac{h}{2\pi}\right)^2}\psi,$$

mais la méthode employée a l'avantage de montrer que le résultat est indépendant des postulats de la mécanique ondulatoire.

Signalons enfin qu'un résultat du même ordre de grandeur avait déjà été obtenu par M^me Tonnelat, à partir de considérations sur les particules de spin maximum 2 (1).

## ÉLECTRICITÉ. — *Régime transitoire dans les diélectriques.*

Note de MM. **Jean Granier** et **Paul Caillon**, présentée par M. Jean Cabannes.

Lorsque l'on admet la validité du principe de superposition de Boltzmann, des rapports existent entre les propriétes d'un diélectrique soumis soit à un champ alternatif, soit à un champ constant, si le même phénomène d'hystérésis en est responsable.

Dans un tel diélectrique, en effet, le déplacement D, à l'instant $t$ sous l'action d'un champ électrique $E(t)$, appliqué depuis l'instant $t = 0$ s'écrit :

$$(1) \qquad D(t) = \varepsilon_\infty E(t) + \int_0^t E(t - x)\,\varphi(x)\,dx.$$

Cette équation est valable quelle que soit la cause du retard de la polarisation et quelle que soit la forme de la fonction $E(t)$. $\varepsilon_\infty$ est la constante diélectrique à fréquence optique (1). La fonction d'hérédité $\varphi(x)$ soumise à la condition

(1) *Cf.* L. de Broglie, *Théorie générale des particules à spin*, p. 191.

(1) H. Frölich, *Theory of Dielectrics*, Oxford Press, 1949.

$\varphi(\infty)=0$, exprime qu'il y a un retard de la polarisation sur le champ. Pour faciliter l'interprétation physique du phénomène on est conduit à remplacer cette fonction par la fonction F définie par :

$$\varphi(t)=\int_0^{\infty} e^{-\frac{t}{\tau}}\,\mathrm{F}(\tau)\,\frac{d\tau}{\tau}. \tag{2}$$

Ceci revient à supposer qu'il y a une répartition continue des temps de retard [2] caractérisée par une fonction de distribution $\mathrm{F}(\tau)$.

Il est actuellement d'usage de soumettre le diélectrique à étudier à un champ alternatif $\mathrm{E}=\mathrm{E}_0\cos\omega t$. En supposant que la mesure se fait très longtemps après l'établissement du champ alternatif, on déduit de (1) que la composante imaginaire $\varepsilon''$ de la constante diélectrique complexe est la transformée de Fourier de $\varphi$

$$\varepsilon''(\omega)=\int_0^{\infty}\varphi(t)\sin\omega t\,dt \tag{3}$$

d'où

$$\varepsilon''(\omega)=\int_0^{\infty}\frac{\mathrm{F}(\tau)\,\omega\tau\,dt}{1+\omega^2\tau^2}. \tag{4}$$

La courbe expérimentale $\varepsilon''(\omega)$ permet de déterminer $\mathrm{F}(\tau)$.

Nous avons jugé intéressant d'opérer à champ constant ou, plus exactement, par brusque suppression d'un champ $\mathrm{E}_0$ maintenu constant pendant un temps très long, ce qui nous permet en enregistrant le courant de décharge, d'éliminer les fuites de conductibilité. Il résulte de (1) que ce courant $i(t)=d\mathrm{D}/dt$ est, dans ces conditions :

$$i(t)=\mathrm{A}\varphi(t). \tag{5}$$

A étant une constante liée à $\mathrm{E}_0$ et à des caractéristiques géométriques. Dans ce cas c'est donc la fonction d'hérédité qui, à un facteur près, est obtenue directement.

Mais on peut remarquer que si dans (2) on pose $\lambda=1/\tau$ on a

$$\varphi(t)=\int_0^{\infty} e^{-\lambda t}\,\mathrm{F}\left(\frac{1}{\lambda}\right)\lambda^{-1}\,d\lambda, \tag{6}$$

c'est-à-dire que, à un facteur près, la loi de variation du courant de décharge est la transformée de Laplace de la fonction $\mathrm{F}(1/\lambda)\lambda^{-1}$ déduite de la fonction de distribution des temps de retard. Il est donc possible de passer de la fonction $i(t)$ aux fonctions $\varepsilon''(\omega)$ et $\mathrm{F}(\tau)$ en utilisant simplement, dans les cas favorables, des tables de transformées de Laplace et de Fourier.

---

[2] Dans la théorie des diélectriques ces temps de retard sont appelés temps de relaxation, mais cela entraîne malheureusement des confusions lorsque l'on veut les comparer aux temps de relaxation mécaniques qui ont une signification différente.

Dans des expériences que nous avons effectuées sur des hauts-polymères linéaires la fonction de distribution proposée par K. S. Cole et R. H. Cole (³) rend bien compte des propriétés diélectriques en régime sinusoïdal (avec un temps de retard le plus probable de 0,01 s pour un de nos échantillons) mais conduit à un désaccord net avec la forme de la courbe $i(t)$, pour $t$ compris entre 5 et 2000 s. Pour interpréter celle-ci, il est nécessaire de recourir à une autre fonction de distribution centrée sur un temps de retard de quelques centaines de secondes, pour l'échantillon cité. On obtient alors de bons résultats en prenant pour cette deuxième fonction celle proposée par Wagner pour laquelle on dispose de représentations graphiques (⁴) de $\log i$ en fonction de $\log t$ dont nous avons signalé l'intérêt (⁵). Cette deuxième fonction, par contre, ne rend pas compte de la courbe expérimentale $\varepsilon''(\omega)$.

L'existence de deux phénomènes d'hystérésis indépendants l'un de l'autre est donc certaine : on peut attribuer l'un à l'orientation dipolaire et l'autre à une polarisation ionique. La représentation complète des propriétés diélectriques de telles substances exige deux fonctions de distribution indépendantes.

Des considérations tout à fait analogues sont valables dans l'étude des phénomènes d'hystérésis mécanique pour lesquels $\varphi(t)$ joue le rôle d'une vitesse de déformation et $\varepsilon''(\omega)$ le rôle de partie imaginaire de l'inverse du module d'élasticité complexe.

On voit que l'étude des diélectriques en régime transitoire, habituellement délaissée, on peut compléter utilement leur étude en régime sinusoïdal.

ÉLECTRICITÉ. — *Résistance électrique en haute fréquence et basses températures des dépôts métalliques minces*. Note de M^lle **Suzanne Offret** et M. **Boris Vodar**, présentée par M. Eugène Darmois.

En haute fréquence (H. F.), la résistance est plus faible et son coefficient de température devient plus grand en valeur algébrique et peut même passer du signe négatif au signe positif. Les capacités intergranulaires formant un court-circuit en HF doivent être responsables de ces effets; aux fréquences assez élevées on peut espérer obtenir la conductance propre des grains métalliques.

La conduction en courant continu dans les couches métalliques minces fait intervenir la résistance des barrières intergranulaires (¹) et on pouvait penser [*voir* par ex. (²)] que ces barrières pourraient être mises en évidence par leurs effets capacitifs en haute fréquence.

---

(³) *J. Chem. Phys.* 9, 1941, p. 341.

(⁴) F. Jahnke et F. Emde, *Funktionentafeln* Dover Publications, 1945.

(⁵) J. Granier et P. Caillon, *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 2232.

(¹) N. Mostovetch et B. Vodar dans *Semiconducting materials*, p. 260, H. K. Henisch, Butterworths Publ. London, 1951.

(²) J. N. Humphrey, F. Z. Lummis et W. W. Scanlon, *Phys. Rev.*, 90, (1), 1953, p. 111.

Des recherches dans ce sens ont été commencées en 1953 et ont abouti à quelques résultats préliminaires se rapportant uniquement à des résistances de notre type usuel, à couche de platine obtenues par évaporation sous vide et ayant environ 1 mm de large et 10 mm de long sur verre MO (ou pyrex) en ampoules scellées et vidées. Les mesures H.F. ont été faites avec un conductance-mètre par la méthode de substitution (après avoir obtenu la résonance on remplace la résistance inconnue par une résistance étalonnée). Les valeurs données sont celles de la partie résistive de l'impédance de la couche.

Nous avons vérifié que les pertes diélectriques dans le verre sont négligeables devant la résistance des couches étudiées malgré l'accroissement de $\operatorname{tg}\delta$ aux très basses températures ([3]). Des précautions ont été prises lors des mesures à basse température pour éviter les erreurs dues à l'humidité sur les isolants. Pour les valeurs ohmiques inférieures à $10^6\,\Omega$ auxquelles nous nous sommes limités, l'erreur totale est de $\pm$ 10 % au maximum.

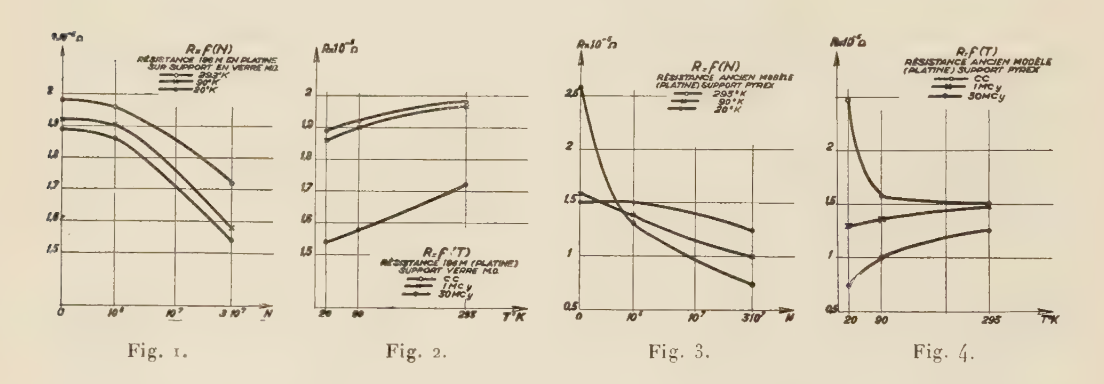



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

En H.F. la valeur observée de la résistance R a toujours été inférieure à la valeur en courant continu. La décroissance est peu sensible à 1 MHz et à la température ordinaire ce qui montre que la valeur technique des couches métalliques minces est incontestable. A 30 MHz, l'effet est plus prononcé et s'amplifie surtout aux basses températures. Le coefficient de température $\Delta R/\Delta T$ en valeur algébrique est plus grand en H. F. qu'en courant continu, un coefficient négatif en courant continu peut même devenir positif en H.F. Les figures 1, 2, 3 et 4 illustrent l'allure de ces variations. Pour rendre les figures 1 et 3 plus lisibles, on a porté la fréquence N en mégahertz sur une échelle en racine cubique de N.

Le rôle des capacités par rapport à la masse est pratiquement éliminé de nos mesures. L'effet de la capacité répartie [*cf.* ([2])] du conducteur sur

([3]) J. E. Stanworth, *Physical Properties of Glass*, p. 137, Clarendon Press, Oxford, 1950.

la variation de R avec la fréquence doit être très faible avec les dimensions de nos couches; en outre, cet effet est tel que la variation de $R/R_{cc}$ en fonction de $NR_{cc}$ qui lui est due doit être presque indépendante de la température, et nous avons vérifié que ce n'est pas le cas. Nos mesures mettent donc bien en évidence les barrières intergranulaires dans les couches métalliques minces par les capacités qui leur sont associées.

Une étude plus détaillée en fonction de la fréquence constituera un procédé intéressant pour préciser la nature des barrières. D'autre part, on peut dès maintenant raisonnablement espérer atteindre à des fréquences assez élevées, un palier correspondant à la mise en court-circuit capacitif des résistances intergranulaires. On atteindrait ainsi la résistivité propre des agrégats métalliques de la couche, dont la connaissance serait intéressante du point de vue de la théorie de la conduction métallique parce que les grains sont très petits (petit nombre total d'atomes) ou au moins très plats (conduction dans un solide à deux dimensions).

Les variations décrites ci-dessus sont entièrement réversibles en fonction de N et T. Mais sous l'action de la tension H.F. on observe en outre fréquemment des variations irréversibles surtout si la tension (30 V) est appliquée à basse température. La résistance soit augmente et devient infinie, soit diminue de plusieurs puissances de 10 et se fixe vers $10^4\,\Omega$. Ces effets irréversibles constituent peut-être un moyen de vieillissement artificiel des résistances pelliculaires; ils sont vraisemblablement dus au fait que la tension H.F. provoque précisément un échauffement des parties mal organisées et par suite peu conductrices du film.

ÉLECTRONIQUE. — *Détermination de la « température électronique » dans la décharge dans les gaz excités en ultra-haute fréquence.* Note de MM. **Michel Bayet** et **François Guérineau**, présentée par M. Jean Cabannes.

Mesure de la température électronique $T_e$ dans un gaz excité en haute fréquence; dans un large domaine de pression (0,13 à 11 mm Hg) et d'intensité d'excitation (densité électronique variant dans un rapport de 1 à 80), $T_e$ reste sensiblement constant : 30 000°K à 10 % près dans l'air sec.

Nous nous sommes proposés de déterminer l'énergie des électrons dans un gaz ionisé, en adaptant la méthode utilisée par Langmuir à partir de 1925 dans le cas d'une décharge en courant continu ([1]) à celui d'une décharge sans électrodes excitée en ultra-haute fréquence, procédé qui présente des avantages considérables pour l'étude des propriétés des gaz ([2]). La méthode « à deux

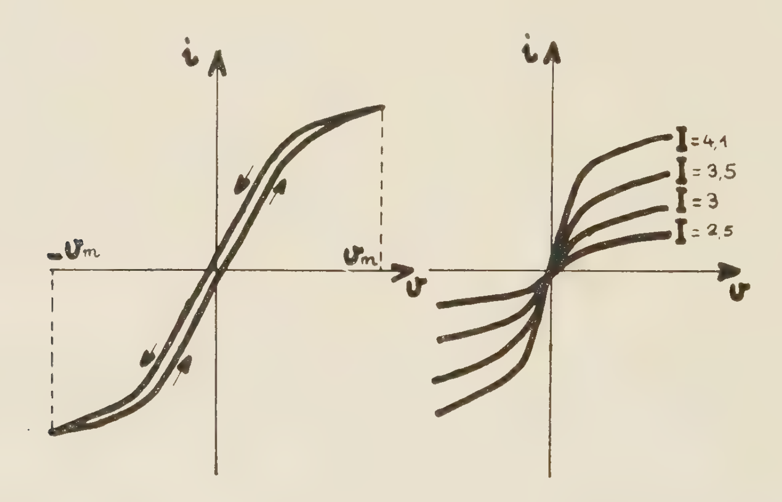
([1]) I. Langmuir, *Phys. Rev.*, 26, 1925, p. 585.

([2]) M. Bayet, *Revue Scientifique*, 89, 1951, p. 351.

sondes » que nous avons utilisée est celle qui a été préconisée par Johnson et Malter pour l'étude de la désionisation des gaz après cessation de leur excitation [3].

On sait que l'étude des « caractéristiques de sonde » permet de déterminer la forme de la fonction de distribution des vitesses électroniques, et que celle-ci a toujours été trouvée maxwellienne, même à des pressions et avec des dimensions de tube telles qu'elle devrait être fortement anisotrope : l'interaction des électrons devrait être environ 1 000 fois supérieure aux valeurs théoriques pour rendre compte des résultats expérimentaux [4]. Quoi qu'il en soit, ceci permet de caractériser l'énergie des électrons considérés par une « température électronique » $T_e$.

Le gaz étudié se trouvait dans un tube en pyrex cylindrique à fonds plats plats (Ø = 5 cm; h = 2 à 4 cm) placé entre deux plaques de laiton circulaires de diamètre un peu supérieur fixées à l'extrémité d'une ligne de Lecher oscillant sur 110 MHZ, l'intensité de l'excitation étant repérée au moyen du débit plaque du générateur H. F., formé de deux triodes TS 41. Le tube à décharge restait en communication, à travers un piège à air liquide, avec la




canalisation de remplissage, ce qui permettait de contrôler la pression du gaz $p$ à la jauge de Mac Leod. Les deux sondes, cylindriques, en tungstène (Ø = 0,8 mm; le diamètre, entre 0,5 et 1 mm, est sans influence sur la valeur de $T_e$), sont situées dans la section médiane du tube, parallèles, distantes de 1 cm, et pénètrent dans le tube d'une longueur égale à son rayon. Le circuit de mesure doit être particulièrement bien blindé contre les parasites H. F.

Nos résultats confirment l'existence d'une distribution maxwellienne dans

---

(3) Johnson et Malter, *Phys. Rev.*, 80, 1950, p. 50.

(4) D. Gabor, *Brit. J. Appl. Phys.*, 2, 1951, p. 209; *Proc. of the Conference on Dynamics of ionized Media*, London, 1951.

tout le domaine couvert par nos mesures. Les caractéristiques $(i, v)$ présentent la forme classique : partie rectiligne au voisinage de l'origine, coude, puis nouvelle partie rectiligne de pente beaucoup plus faible correspondant à la saturation; mais, si l'on fait varier la différence de potentiel entre les deux sondes de $-v_m$ à $+v_m$, puis de $+v_m$ à $-v_m$, on obtient une courbe sensiblement symétrique, présentant un léger hystérésis (*figures*). Pour chaque expérience, caractérisée par les valeurs de $p$ et de I, nous avons indiqué, dans le tableau ci-dessous, qui résume nos travaux sur l'air : 1° la température électronique ($T_e$ °K); 2° entre parenthèses, le courant de saturation de sonde $i_s$, en μA, quantité proportionnelle à la densité électronique $n$ dans la décharge (on peut prendre ici, comme ordre de grandeur, $n = 10^9 i_s$).

| I. *p*......... | 0,13. | 0,22. | 0,36. | 0,66. | 1,2. | 2,2. | 4,4. | 7. | 11,6. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2............ | 32 600<br>(53) | 31 000<br>(27) | – | – | – | – | – | – | – |
| 2,5......... | 35 800<br>(127) | 30 400<br>(80) | 34 600<br>(60) | 29 100<br>(39) | – | – | – | – | – |
| 3............ | 34 900<br>(368) | 29 800<br>(200) | 33 900<br>(121) | 28 200<br>(69) | 28 600<br>(35) | 30 800<br>(16) | – | – | – |
| 3,5......... | 33 000<br>(450) | 30 500<br>(252) | 32 000<br>(268) | 31 300<br>(138) | 29 700<br>(60) | 30 700<br>(26) | – | – | – |
| 4,1......... | 26 800<br>(440) | 29 200<br>(340) | 28 300<br>(480) | 31 200<br>(255) | 28 200<br>(97) | 29 800<br>(50) | 28 900<br>(18) | – | – |
| 4,7......... | – | 29 000<br>(384) | 28 800<br>(610) | 31 700<br>(340) | 32 400<br>(146) | 33 200<br>(71) | 30 600<br>(29) | 25 600<br>(11) | – |
| 5,5......... | – | 28 500<br>(562) | 27 200<br>(860) | 30 200<br>(540) | 28 700<br>(295) | 33 200<br>(128) | 29 800<br>(51) | 26 800<br>(27) | 27 800<br>(14) |
| 6,5......... | – | – | – | – | 29 200<br>(613) | 31 300<br>(250) | 28 800<br>(93) | 29 700<br>(53) | 29 900<br>(30) |
| 7,5......... | – | – | – | – | 34 300<br>(835) | 33 000<br>(570) | 32 600<br>(134) | 29 100<br>(79) | 29 800<br>(51) |
| 8,5......... | – | – | – | – | – | – | – | 28 300<br>(100) | 29 000<br>(172) |

On constate que $T_e$ reste sensiblement égal à 30 000 °K, pour des variations relatives de pression allant de 1 à 90, et de densité électronique de 1 à 80. Nous reviendrons ultérieurement sur l'interprétation de ces résultats.

LUMINESCENCE. — *Recherches sur la stimulation de la phosphorescence de l'oxyde de calcium.* Note de MM. **Albert Crozet** et **Joseph Janin**, présentée par M. Jean Cabannes.

La phosphorescence de l'oxyde de calcium est fortement stimulable. Les caractères du phénomène dépendent de la nature de l'activateur introduit. En particulier, dans le cas des terres rares, il se produit une recapture importante des électrons libérés par stimulation.

On a étudié la stimulation de la phosphorescence de l'oxyde de calcium activé par le plomb, le manganèse, le praséodyme, le samarium et l'europium [1]. On observe deux phénomènes distincts :

1. Une stimulation dite « momentanée », caractérisée par une augmentation sans inertie appréciable de l'intensité lumineuse et une décroissance instantanée de cette intensité jusqu'à sa valeur résiduelle, lorsque cesse l'irradiation stimulatrice. Ce phénomène se manifeste à la fois pour l'émission du plomb et, par effet sensibilisateur, pour celle du deuxième activateur.

2. Une stimulation « retardée », particulière à l'émission des terres rares. Elle se produit avec une inertie importante et l'intensité décroît lentement quand on supprime l'action du rayonnement stimulateur.

*Spectres de stimulation.* — Les radiations de longueur d'onde inférieure à 1,6 μ provoquent la stimulation « momentanée »; la courbe spectrale de sensibilité présente deux maxima, l'un relativement faible vers 1,3 μ et l'autre beaucoup plus important vers 0,55 μ [2]. Dans le cas de la stimulation « retardée », cette même courbe possède encore deux maxima, vers 0,43 et 0,32 μ et la limite de « stimulabilité » se situe à 1,1 μ.

*Sommes optiques de lumière.* — On a comparé les sommes de lumière émises par stimulation ($S_0$), par élévation de température ($S_t$) et en phosphorescence normale ($S_d$). Les rapports $S_0/S_t$ et $S_0/S_d$ sont pratiquement égaux à l'unité, dans le cas de la stimulation « momentanée ». On en déduit que les électrons libérés par stimulation proviennent uniquement des pièges qui peuvent être vidés par activation thermique. Il n'existe pas, dans les produits étudiés, de pièges très profonds indécelables en thermoluminescence [3], car on n'observe pas de stimulation à température ambiante lorsque la substance est excitée à haute température [4].

Le rapport $S_0/S_t$ correspondant à la stimulation « retardée » est supérieur à l'unité lorsque la substance contient à la fois des centres plomb et terre rare [par exemple pour CaO(Pb, Sm) : $S_0/S_t = 2,8$], alors que le rapport $S_t/S_d$ est toujours égal à 1. La stimulation aboutit ici non seulement à l'éjection des électrons qui, dans la phosphorescence, sont responsables de l'émission de la terre rare, mais aussi à la libération de ceux qui interviennent normalement dans l'émission du plomb.

*Pièges mis en jeu dans la stimulation.* — De nombreux résultats (concernant la thermoluminescence après stimulation, la « stimulabilité » à différents stades du déclin et l'influence identique des diverses radiations du spectre de stimu-

(1) J. Janin et A. Crozet, *J. Phys. Rad.*, 13, 1952, p. 91-92 S; A. Crozet, J. Figuet et J. Janin, *J. Phys Rad.*, 14, 1953, p. 12-13 S.

(2) J. Janin, A. Crozet et P. Clerc, *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 934.

(3) A. Crozet, *J. Phys. Rad.*, 15, 1954, p. 46-47 S.

(4) C. Bull et D. E. Mason, *J. Opt. Soc. Amer.*, 41, 1951, p. 718-726.

lation) montrent que le phénomène affecte sans distinction les électrons capturés dans les divers pièges de la substance. Par ailleurs, le déclin sous stimulation ne correspond à aucune loi simple, ce qui semble impliquer un mécanisme complexe. D'une façon générale, il est impossible de trouver une relation quelconque entre la profondeur des pièges déduite des courbes de thermoluminescence et la forme du spectre de stimulation.

*Recapture des électrons libérés.* — On a comparé les courbes de thermoluminescence obtenues sans stimulation et après une stimulation partielle à basse température; dans les deux cas, la substance était excitée à la température ordinaire, puis refroidie dans l'air liquide. Contrairement à la stimulation « momentanée », la stimulation « retardée » s'accompagne d'une recapture importante des électrons libérés. La recapture peut avoir lieu dans tous les pièges vides, quels qu'ils soient, pourvu qu'il existe, à l'instant considéré, des pièges remplis plus profonds ([5]). Ces résultats sont en accord avec ceux qui se rapportent à l'inertie et au déclin après stimulation.

*Influence de la température sur la stimulation.* — On n'a pas observé, sur les substances étudiées, une influence comparable à celle qu'ont signalée Garlick et Mason ([6]). Ainsi, à $-196^\circ$C, la stimulation se produit dans les mêmes conditions qu'à la température ordinaire.

*Essai d'interprétation.* — Il semble que le phénomène de stimulation « momentanée » soit lié aux centres plomb et que la stimulation « retardée » fasse intervenir plus directement le réseau. Cette hypothèse s'appuie sur le fait que le plomb forme dans le réseau de la chaux des centres étendus comprenant des ions du cristal ([7]). Les pièges responsables de la phosphorescence seraient alors liés aux centres et, dans le premier type de stimulation, l'action du rayonnement stimulateur produirait seulement l'éjection des électrons contenus dans ces pièges et leur recombinaison avec le centre originel vide. Le mécanisme serait donc proche de celui qu'on a admis pour la phosphorescence de CaO(Pb) ([5]) et la recapture serait, par suite, négligeable.

Dans le deuxième cas, la stimulation s'exercerait sur les électrons capturés dans tous les pièges du réseau. Il est probable qu'ici, les électrons libérés se déplacent dans le cristal et peuvent ainsi subir la recapture. Lorsque la substance contient du plomb avec la terre rare, il est possible qu'intervienne, en outre, un transfert d'énergie des centres plomb aux centres terre rare. L'électron capturé dans un piège lié à un centre plomb et libéré par stimulation repasserait sans émission au niveau fondamental de ce centre; simultanément, se produirait une ionisation d'un centre terre rare qui serait alors susceptible

---

([5]) A. Crozet, *Thèse*, Lyon, 1954.

([6]) G. F. J. Garlick et D. E. Mason, *J. Electrochem. Soc.*, 96, 1949, p. 90-113.

([7]) J. Ewles et N. Lee, *J. Electrochem. Soc.*, 100, 1953, p. 392-398.

d'émettre, par recombinaison, son rayonnement caractéristique. On peut expliquer par ce mécanisme les valeurs élevées de la somme optique de lumière dont on a parlé plus haut.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Étude de la variation de section efficace de fission de* $^{239}$Pu *dans le domaine thermique et épithermique* (¹). Note de MM. **Georges Vendryes**, **Pierre Hubert** et **Jean-Michel Auclair**, présentée par M. Francis Perrin.

L'utilisation d'un spectromètre à neutrons par diffraction a permis de comparer en fonction de l'énergie, la section efficace de fission de $^{239}$Pu à celle de la réaction $^{10}$B $(n, \alpha)$ $^{7}$Li. La courbe obtenue révèle que dans le domaine étudié ($10^{-2}$ à 0,95 eV), le $^{239}$Pu présente une résonance de fission située à 0,300 $\pm$ 0,005 eV et dont la largeur est égale à 0,09 $\pm$ 0,01 eV.

*Principe des mesures.* — Cette étude a été effectuée au moyen d'un spectromètre à diffraction cristalline utilisant un faisceau de neutrons issus de la pile de Saclay.

Nous avons employé comme monochromateur un cristal de Lif par réflexion sur les plans [111]. Le pouvoir séparateur était fixé par les dimensions du collimateur ($240 \times 6 \times 1$ cm).

Les détecteurs utilisés ont été successivement une chambre d'ionisation contenant un dépôt de 2 mg environ de fluorure de plutonium, une chambre d'ionisation identique contenant un dépôt d'anhydride borique et un compteur à $BF_3$ enrichi. Le fait d'utiliser deux chambres identiques élimine les erreurs éventuelles que pourrait provoquer l'emploi de deux géométries différentes, mais pour les mesures effectuées dans le domaine des énergies supérieures à 0,15 eV où la sensibilité de la chambre à $B_2O_3$ était insuffisante, nous avons utilisé le compteur à $BF_3$. Nous nous sommes assurés que les indications de ces deux détecteurs concordaient sur un domaine suffisant d'énergie des neutrons incidents.

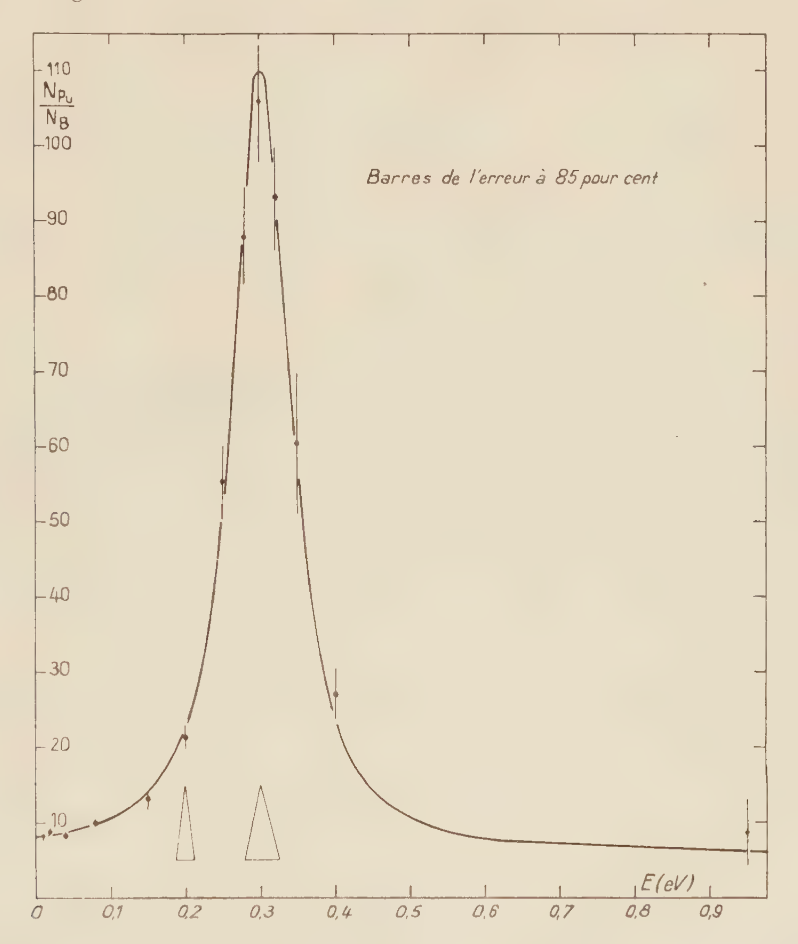
*Résultats.* — Le résultat des mesures est porté sur la figure 1 qui représente, en fonction de l'énergie des neutrons incidents en électron-volts, le rapport $N_{Pu}/N_B$ du taux de comptage en fissions de la chambre d'ionisation à plutonium, au taux de comptage en $\alpha$ de la chambre d'ionisation à bore, après déduction des bruits de fond. Au delà de 0,15 eV, le nombre $N_B$ employé résulte des comptages effectués avec le compteur à $BF_3$, corrigés pour tenir compte des efficacités différentes de ce détecteur et de la chambre d'ionisation à bore.

La section efficace de la réaction $^{10}$B $(n, \alpha)$ $^{7}$Li suivant une loi en $1/v$, ce

---

(¹) Document retiré du pli cacheté n° 13322, déposé le 12 avril 1954, ouvert à la demande des auteurs le 11 octobre 1954.

rapport $N_{Pu}/N_B$ est proportionnel au produit $\sigma_f v$ de la section efficace de fission de $^{239}Pu$ par la vitesse des neutrons. Cela ne serait pas tout à fait exact si le faisceau de neutrons diffracté comportait une contamination importante due aux diffractions d'ordre supérieur à 1; l'emploi du cristal de LiF nous assure que tel n'est pas le cas; aussi, pouvons-nous à juste titre considérer que la figure 1 représente, en unités arbitraires, la variation du produit $\sigma_f v$ en fonction de l'énergie des neutrons.




On remarque l'existence d'une résonance de fission dont le maximum est à 0,300 ± 0,005 eV. La largeur à mi-hauteur observée (0,09 ± 0,01 eV) représente la largeur vraie du niveau correspondant.

Il n'est pas possible de décrire la variation de $\sigma_f$ dans le domaine étudié de 0,01 à 1 eV au moyen d'une loi de Breit et Wigner à un seul niveau. Par contre, cette variation peut être représentée par une formule empirique de la forme

$$\sigma_f v = \text{const.}\left[1 + \frac{0,037}{(E_{eV} - 0,3)^2 + \frac{(0,09)^2}{4}}\right].$$

La courbe représentative de cette formule est tracée en trait noir sur la figure 1. On peut ajuster la constante arbitraire de telle sorte qu'on retrouve la valeur déclassée de 664 barns pour la section efficace de fission de $^{239}$Pu moyennée sur un spectre maxwellien de neutrons de vitesse la plus probable 2 200 m/s.

On trouve ainsi

$$\sigma_{f\,\text{barns}} = \frac{72,8}{\sqrt{E_{eV}}}\left[1 + \frac{0,037}{(E_{eV} - 0,3)^2 + 0,002}\right].$$

Étant donnée l'incertitude avec laquelle la valeur déclassée est définie, l'expression ci-dessus ne peut donner qu'un ordre de grandeur. Sous cette réserve, on trouve que $\sigma_f$ a la valeur 680 barns pour des neutrons de 2 200 m/s (sur lesquels 200 barns seulement sont attribuables à l'effet de la résonance à 0,3 eV) et que $\sigma_f$ a la valeur 2 600 barns pour des neutrons de 0,3 eV, au pic de la raie,

## CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'acidité des polynitrobenzènes.*

Note de M. **Robert Schaal**, présentée par M. Eugène Darmois.

Les polynitrobenzènes présentent une acidité très faible (1) et nous avons déjà utilisé cette propriété pour établir une fonction d'acidité dans les mélanges d'eau et d'éthylènediamine (2), à l'aide du dinitro-1.3 benzène ; nous nous sommes proposé de déterminer les constantes d'ionisation d'une série de ces composés.

Lorsque la fonction d'acidité d'un tel mélange d'eau et d'éthylènediamine est connue, le pK d'un composé faiblement acide peut se calculer par la formule suivante :

$$pK = H - \log \frac{C_{B-}}{C_{BH}},$$

où $C_{B-}$ et $C_{BH}$ représentent les concentrations du corps sous forme d'ion et sous forme de molécule neutre. Nous avons déterminé ces concentrations par la méthode spectrophotométrique qui revient à tracer les spectres d'absorption du composé en solution dans des mélanges dont la teneur en éthylènediamine augmente. D'après ces courbes, on choisit la longueur d'onde pour laquelle l'ion et la molécule présentent la plus grande différence d'absorption, de manière à effectuer les mesures du coefficient d'ionisation $\alpha = C_{B-}/(C_{B-} + C_{BH})$ avec la plus grande précision possible.

---

(1) G. Briegleb et G. Angerer, *Angew. Chem.*, 64, 1952, p. 685.

(2) *Comptes rendus*, 238, 1954, p. 2156.

Les résultats ci-dessous furent obtenus dans les mélanges d'eau et d'éthylènediamine, dont la fonction d'acidité croît jusqu'à 19 :

| | | $\lambda$ (Å). |
|---|---|---|
| Trinitrobenzène, deux ionisations | $pK_1$ 14,40 | 5 150 |
| | $pK_2$ 18,00 | 5 250 |
| Trinitrotoluène, deux ionisations | $pK_1$ 14,45 | 5 250 |
| | $pK_2$ 17,55 | 4 700 |
| Trinitrométaxylène, une ionisation | (pK 16,05) | 5 700 |
| Dinitro-2.6 toluène / Dinitro-1.3 mésitylène | aucune ionisation de $pK < 19$ | |
| Dinitro-2.4 toluène, une ionisation | (pK 17,12) | 4 100 |
| m-Dinitrobenzène [1], une ionisation | (pK 16,80) | 5 500 |

Pour que des polynitrobenzènes présentent une acidité mesurable dans ce milieu (c'est-à-dire dont le pK soit $< 19$) il faut qu'il existe au moins un atome d'hydrogène en *ortho* par rapport à deux groupements nitro.

Cependant H. Brockmann et E. Meyer [3] ont effectué des courbes de titrage dans l'éthylènediamine anhydre à l'aide de méthylate de sodium et signalent d'autre sacidités possibles. En fonction de leurs résultats et des nôtres, nous pensons que le mécanisme de l'ionisation des polynitrobenzènes résulterait plus d'une anti-basicité, que du départ d'un ion $H^+$, et l'ion donné par le dinitro-1.3 benzène pourrait se représenter par les schémas de valence :



Le deuxième ion du trinitrobenzène pourrait se représenter par un schéma de valence analogue à celui ci-dessous :



ce qui rendrait compte de l'effet hypsochrome, produit par cette deuxième ionisation.

---

[3] *Ber.*, 87, 1954, p. 81-86.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude de l'effet électrovisqueux : variation de* K *avec la conductibilité du milieu.* Note de MM. **Pierre Marguier** et **Jean-Baptiste Donnet**, transmise par M. Jacques Duclaux.

Dans une précédente Note (1) nous avions montré que la viscosité d'un hydrosol de noir de carbone, constitué en première approximation par des particules sphériques rigides (2), électriquement chargées, dépendait de la constante diélectrique du milieu,

Nous nous sommes proposé de chercher comment variait, avec la conductibilité du milieu, la constante K de la loi d'Einstein $\eta_r = 1 + K\varphi$, $\eta_r$ étant la viscosité relative de la solution dont la concentration en volume est $\varphi$.

L'hydrosol utilisé ici est le même que précédemment : rappelons que les sols aqueux de noir de carbone sont rendus stables par oxydation superficielle des particules à l'hypochlorite, ce qui crée vraisemblablement, entre autres, des groupements superficiels —COOH. Les mesures ont été faites avec un viscosimètre Ubbelohde, les concentrations en noir de carbone n'ayant jamais dépassé 0,8 g pour 100 cm³ de telle sorte que la solution se comporte comme une solution infiniment diluée.

Le tableau I donne les résultats obtenus lorsque le milieu de dispersion contient du chlorure de potassium, le tableau II donne les résultats lorsque le milieu contient de l'acide chlorhydrique.

Si l'on porte ces deux séries de résultats sur un graphique donnant K en fonction de $\varkappa$, on voit que les deux courbes ont la même allure ; les phénomènes étant réversibles sur la branche A de chacune des courbes, la réversibilité étant imparfaite sur la branche B, qui ne peut être prolongée du fait de la floculation des sols. On rapprochera ces courbes de celles de A. Dobry (3).

Tableau I.

| Concentration de KCl dans l'eau en mole par litre. | Conductibilité du solvant $\varkappa.10^6$ (4) à 25°C. | K. |
|---|---|---|
| $10^{-3}$ | 140 | 7,0 |
| $3,96.10^{-3}$ | 580 | 7,1 |
| $1,1\ .10^{-2}$ | 1 500 | 7,4 |
| 2,99 » | 5 800 | 8,1 |
| 4,98 » | 6 680 | 10,7 |
| 6,0 » | 8 060 | 12,2 |
| 6,49 » | 8 420 | 15,8 |

(1) J.-B. Donnet et P. Marguier, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1519.

(2) J.-B. Donnet, *J. Chim. Phys.*, 50, 1953, p. 380.

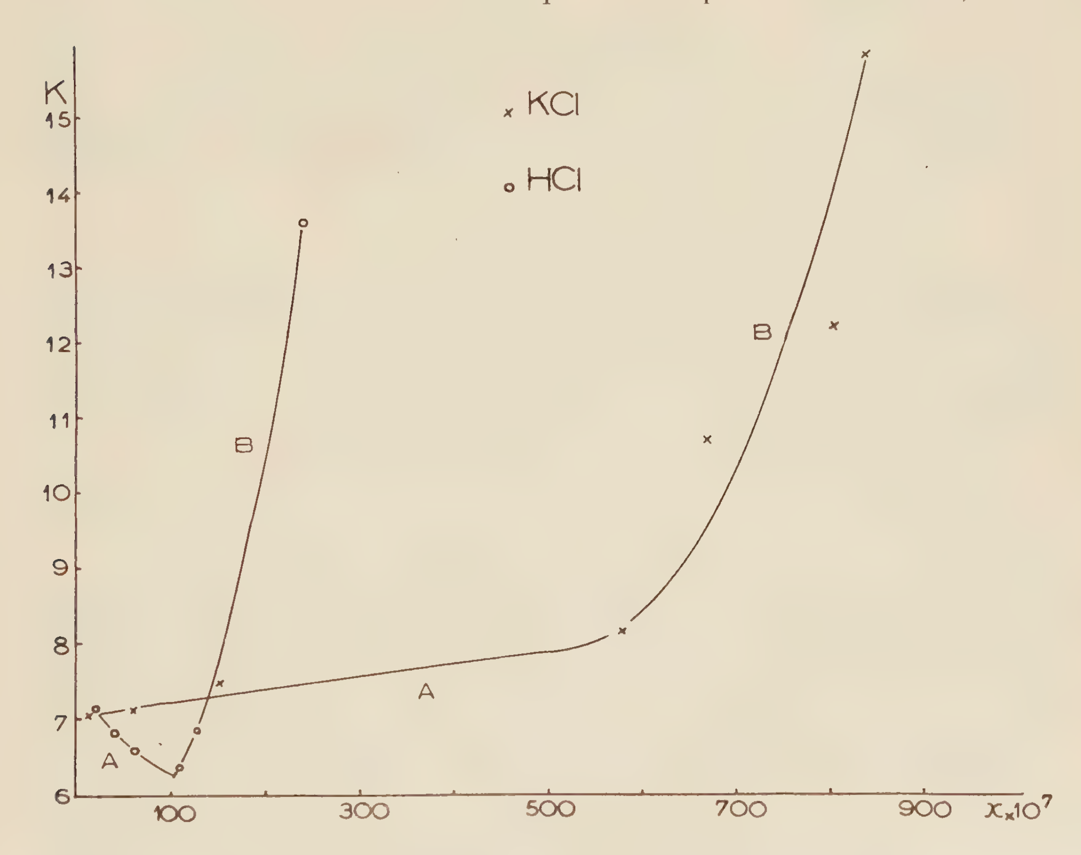
(3) *J. Chim. Phys.*, 48, 1951, p. 28.

(4) *Tables annuelles de données et constantes numériques*, IV, (2), p. 939.

Tableau II.

| Concentration d'HCl en mole par litre. | pH de la solution pour une concentration en noir de 0,5 %. | pH du solvant. | Conductibilité du solvant $\varkappa . 10^6$ à 25°C ([5]). | K. |
|---|---|---|---|---|
| $5.10^{-4}$........ | 6,9 | 3,4 | 210 | 7,1 |
| $10^{-3}$........ | 5,6 | 3,2 | 420 | 6,8 |
| 1,5 » ........ | – | – | 620 | 6,6 |
| 2,5 » ........ | 3,2 | 2,8 | 1 080 | 6,3 |
| 3 » ........ | 3,1 | 2,7 | 1 260 | 6,8 |
| 5 » ........ | 2,75 | 2,6 | 2 400 | 13,6 |

Nous remarquerons que la valeur minimum de K obtenue ici : K = 6,1 est très voisine du minimum observé dans l'étude précédente ([1]) K = 5,8, et diffère notablement de la valeur théorique calculée par Einstein K = 2,5.




D'autre part les valeurs différentes de K observées ici pour une même conductibilité des sols aqueux contenant KCl ou HCl peuvent être dues à la variation du potentiel électrique propre de la particule consécutive à la rétro-

([5]) *Ibid.*, VI, p. 1094.

gradation de la dissociation des groupements —COOH superficiels en présence des ions $H^+$ ajoutés, ce qui se manifeste aussi par l'allure de la variation du pH du sol en fonction de la concentration d'HCl.

CINÉTIQUE CHIMIQUE. — *Inhibition par l'hydroquinone de la photo-oxydation de l'éther benzylique liquide à* 15° C. Note (*) de MM. **Louis Debiais, Michel Niclause** et **Maurice Letort**, présentée par M. Paul Pascal.

En accord avec l'interprétation de l'oxydation de l'éther benzylique par un mécanisme en chaînes ([1]), ([2]), l'expérience montre que l'hydroquinone (anti-oxydant classique) inhibe fortement cette réaction, qu'elle soit initiée photochimiquement ou qu'elle soit induite par le peroxyde de benzoyle ou par l'azo-*di*-isobutyronitrile.

1. Il a été montré précédemment ([1]) que dans l'oxydation de l'éther benzylique liquide, vers 15°C et à des pressions d'oxygène de l'ordre de 200 mm Hg, la concentration des radicaux R— ([3]) est négligeable devant celle des radicaux $RO_2$— et que, par suite, le seul processus de rupture des chaînes important, en l'absence d'inhibiteur, est :

$$RO_2{-} + RO_2{-} \xrightarrow{k_6} \text{produits inactifs} \quad (r_6).$$

D'après J. L. Bolland et P. Ten Have ([4]) et Melville et coll. ([5]), ([6]), l'influence inhibitrice de l'hydroquinone ($QH_2$), dans des réactions d'oxydation du même type, aurait pour cause la participation, à la rupture des chaînes, du nouveau processus :

$$RO_2{-} + QH_2 \xrightarrow{k_7} ROOH + QH{-} \quad (r_7)$$

suivi de :

$$QH{-} + QH{-} \rightarrow Q + QH_2 \quad (8)$$

En présence d'une concentration suffisante de $QH_2$, l'importance du processus $r_6$ deviendrait négligeable devant celle du processus $r_7$ et le schéma

(*) Séance du 11 octobre 1954.

([1]) L. Debiais, M. Niclause et M. Letort, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 539.

([2]) L. Debiais, P. Horstmann, M. Niclause et M. Letort, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 587.

([3]) Comme précédemment ([1]), ([2]), nous représenterons par R— le radical :

$$C_6H_5{-}CH{-}O{-}CH_2{-}C_6H_5$$

([4]) *Trans. Far. Soc.*, 43, 1947, p. 201.

([5]) H. R. Cooper et H. W. Melville, *J. Chem. Soc.*, 1951, p. 1984.

([6]) T. A. Ingles et H. W. Melville, *Proc. Roy. Soc.*, A 218, 1953, p. 175.

de la réaction d'oxydation inhibée se réduirait alors pratiquement à :

Initiation : production de radicaux libres $(i)$

$$\text{Propagation}\begin{cases} R - + O_2 \xrightarrow{k_2} RO_2 - & (p_2) \\ RO_2 - + RH \xrightarrow{k_3} ROOH + R - & (p_3) \end{cases}$$

$$\text{Rupture}\begin{cases} RO_2 - + QH_2 \xrightarrow{k_7} ROOH + QH - & (r_7) \\ QH - + QH \rightarrow Q + QH_2 & (8) \end{cases}$$

Si les chaînes sont encore suffisamment longues, la vitesse $V_r$ de l'oxydation inhibée, calculée à partir de ce mécanisme, est donnée par la relation :

$$\text{(I)} \qquad V_r = \frac{k_3}{k_7}\frac{v_i}{(QH_2)}(RH)$$

qui peut encore s'écrire :

$$\text{(II)} \qquad \frac{1}{V_r} = \frac{k_7(QH_2)_0}{k_3(RH)\,v_i} - \frac{k_7}{2k_3(RH)}t,$$

en désignant par $v_i$ la vitesse d'initiation des chaînes et par $t$ la durée de la réaction.

Rappelons que si la réaction est initiée photochimiquement, on a :

$$v_i = \varphi I_a$$

en désignant par $I_a$ l'intensité lumineuse absorbée et par $\varphi$ le rendement quantique primaire de l'initiation des chaînes.

2. Nous avons cherché à vérifier expérimentalement les prévisions du schéma précédent en étudiant, à titre d'exemple, l'influence inhibitrice de $QH_2$ sur la photo-oxydation de l'éther benzylique liquide, à 15° C, sous une pression d'oxygène voisine de 200 mm Hg et pour des valeurs de $I_a$ de l'ordre de grandeur de $10^{-7}$ Einstein.$l^{-1}.s^{-1}$.

A des concentrations de $QH_2$ voisines de $2.10^{-4}$ mole.$l^{-1}$, nos résultats expérimentaux confirment le mécanisme proposé :

*a.* en accord avec la relation théorique (II), $1/V_r$ décroît linéairement en fonction du temps, au cours d'une même manipulation, et la pente de la droite est indépendante de la concentration initiale de $QH_2$ ;

*b.* toutes choses égales d'ailleurs, $V_r$ est proportionnel à $I_a$ et la vitesse initiale $V_{r_0}$ est inversement proportionnelle à la concentration initiale de $QH_2$, comme le laissait attendre la relation (I).

3. Ces expériences d'inhibition permettent en outre d'atteindre, par la méthode de calcul préconisée par Cooper et Melville [5], la vitesse $v_i$ d'initiation des chaînes dans la photo-oxydation de l'éther benzylique liquide et, en comparant la valeur ainsi obtenue à la vitesse de photo-oxydation en l'absence d'inhibiteur [1], d'évaluer $k_3(2k_6)^{-1/2}$, qui mesure, en quelque sorte, l'« oxydabilité » de l'éther benzylique à des pressions d'oxygène « notables ». On

trouve ainsi, à 15°C :

$$k_3(2k_6)^{-\frac{1}{2}} \simeq 6.10^{-3} \text{ mole}^{-\frac{1}{2}}.\text{l}^{\frac{1}{2}}.\text{s}^{-\frac{1}{2}}.$$

Cette valeur est du même ordre de grandeur que celles déterminées pour diverses substances éthyléniques et est nettement inférieure à celles observées pour des aldéhydes à 15°C ([5]), ([6]).

MÉTALLURGIE. — *Désiliciation et désulfuration des fontes à l'aide d'un seul laitier*. Note (*) de M. **René Perrin**, présentée par M. Albert Portevin.

Le double problème d'une désiliciation partielle et d'une désulfuration notable des fontes fait l'objet de recherches dans le monde entier, en présence de son grand intérêt économique. L'abaissement de la teneur en silicium permet de régulariser l'opération au convertisseur Thomas et de diminuer la durée des opérations en four Martin, au prix d'une consommation de laitier plus faible. La désulfuration est très souvent indispensable pour la qualité des aciers élaborés à partir de la fonte. La possibilité d'obtenir à peu de frais un abaissement parallèle des teneurs en silicium et soufre permettrait, d'autre part, d'adopter aux haut-fourneaux une marche plus acide; une telle marche a comme conséquence une économie de coke et une augmentation de la production des haut-fourneaux, et donc un abaissement notable du prix de revient.

La désiliciation est actuellement recherchée par un soufflage d'oxygène dans la fonte, qui entraîne une perte en manganèse et en fer.

La désulfuration est obtenue par un traitement de la fonte par le carbonate de soude ou la chaux solide.

Au total deux opérations successives sont jusqu'ici nécessaires pour atteindre le résultat recherché.

Des raisonnements théoriques, confirmés ensuite par l'expérience, m'ont montré qu'il était possible d'obtenir ce résultat par un traitement avec un seul laitier. Ceci paraît, au premier abord, paradoxal, puisque la désiliciation nécessite un laitier oxydant, contenant une proportion notable d'oxydes de fer ou de manganèse, tandis qu'une désulfuration importante suppose l'action d'un laitier pauvre en oxyde de fer.

Pour atteindre le résultat cherché, j'utilise un laitier initialement pauvre en silice et contenant des proportions importantes d'oxyde de fer et (ou) de manganèse, le reste étant constitué par une forte proportion de chaux et de la magnésie, de l'alumine, etc. En effectuant un brassage violent d'un tel laitier avec la fonte, le silicium de celle-ci réduit les oxydes ferreux du laitier jusqu'à une teneur très basse, tandis que le laitier s'enrichit en

(*) Séance du 18 octobre 1954.

silice; si l'on poursuit alors le brassage et que la composition initiale du laitier a été calculée de telle sorte qu'il reste basique après son enrichissement en silice et soit fondu et fluide à la température de la fonte, la désulfuration de la fonte se produit et l'on obtient ainsi le résultat désiré à l'aide d'une seule opération.

Parallèlement, il y a gain de fer et de manganèse, car le silicium oxydé par les oxydes ferreux du laitier introduit dans la fonte environ quatre fois son poids de fer ou manganèse.

Pour déterminer l'analyse du laitier à employer, on part de la composition d'un laitier contenant de la silice connu comme désulfurant et fluide à la température de la fonte et l'on calcule ce que devient la composition de ce laitier si l'on y remplace tout ou partie de la silice par les poids d'oxydes de fer ou de manganèse correspondant à l'oxydation du silicium. On détermine ensuite, à l'aide de ces données, le pourcentage de laitier initial à employer pour enlever à la fonte la quantité de silicium voulue.

Au cours d'une expérience, entre autres, j'ai utilisé pour provoquer le brassage et le prolonger suffisamment pour que les deux réactions successives, désiliciation et désulfuration, se produisent, un appareil secoueur, que j'ai déjà industriellement appliqué à d'autres fabrications. La fonte de départ contenait 0,85 de silicium et 0,09 de soufre, soit des teneurs trop élevées pour le convertisseur Thomas; le laitier initial avait l'analyse suivante : $SiO_2$, 7,20; FeO, 29,7; $Al_2O_3$, 9,4; MnO, 1,4; CaO, 39,4; $CaF_2$, 7,8. Après brassage les teneurs en silicium et soufre de la fonte étaient devenues respectivement 0,40 et 0,030 correspondant à une analyse très convenable pour le soufflage en cornue Thomas.

Pour l'application, différents procédés technologiques sont possibles.

CHIMIE CRISTALLOGRAPHIQUE. — *Structure cristalline du sélénoindigo.* Note de Mme **Hélène von Eller**, présentée par M. Paul Pascal.

Le sélénoindigo se présente sous trois formes cristallines différentes dont l'une a servi de base à l'analyse structurale de ce composé. Sa maille monoclinique, de groupe spatial $P\,2_1/c\ C_{2h}^5$, a les dimensions suivantes :

$$a = 9,09\,\text{Å} \pm 0,02\,\text{Å}, \qquad b = 5,92\,\text{Å} \pm 0,02\,\text{Å},$$
$$c = 13,40\,\text{Å} \pm 0,03\,\text{Å}, \qquad \beta = 113^\circ.$$

La structure a été résolue par la méthode de l'atome lourd. L'erreur sur les positions atomiques est évaluée à 0,008 Å pour l'atome de sélénium et 0,09 Å pour les atomes de carbone et d'oxygène. Les coordonnées définitives sont les suivantes :

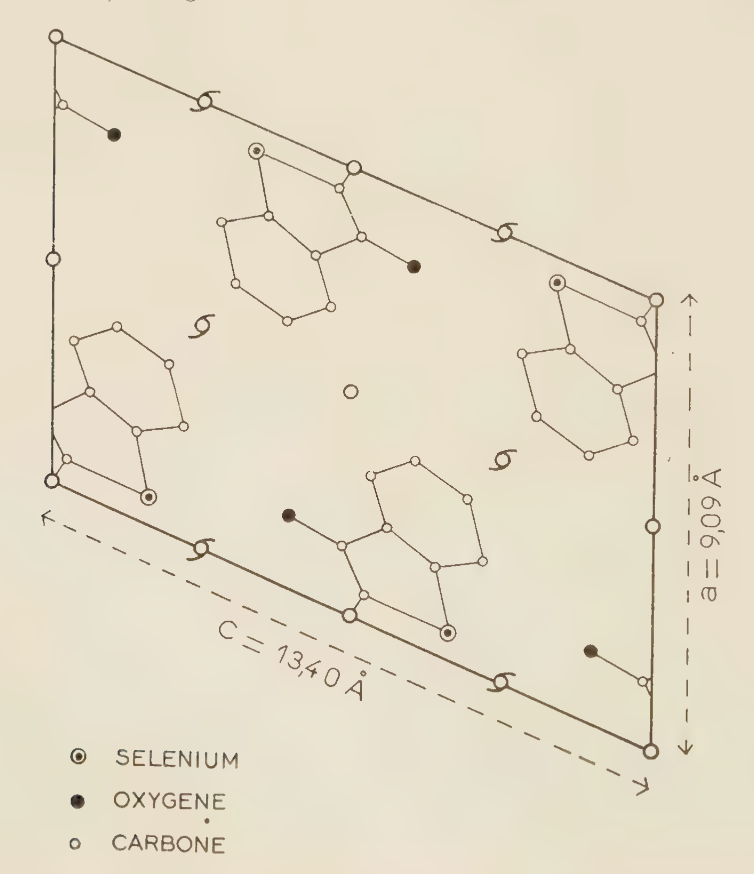
| | $\frac{x}{a}$. | $\frac{y}{b}$. | $\frac{z}{c}$. |
|---|---|---|---|
| $C_1$ | 0,059 | 0,091 | 0,024 |
| $C_2$ | 0,145 | 0,202 | 0,986 |
| $C_3$ | 0,232 | 0,424 | 0,061 |
| $C_4$ | 0,330 | 0,587 | 0,032 |
| $C_5$ | 0,408 | 0,795 | 0,110 |
| $C_6$ | 0,374 | 0,765 | 0,196 |
| $C_7$ | 0,251 | 0,594 | 0,221 |
| $C_8$ | 0,191 | 0,397 | 0,141 |
| Se | 0,057 | 0,210 | 0,161 |
| O | 0,162 | 0,233 | 0,900 |

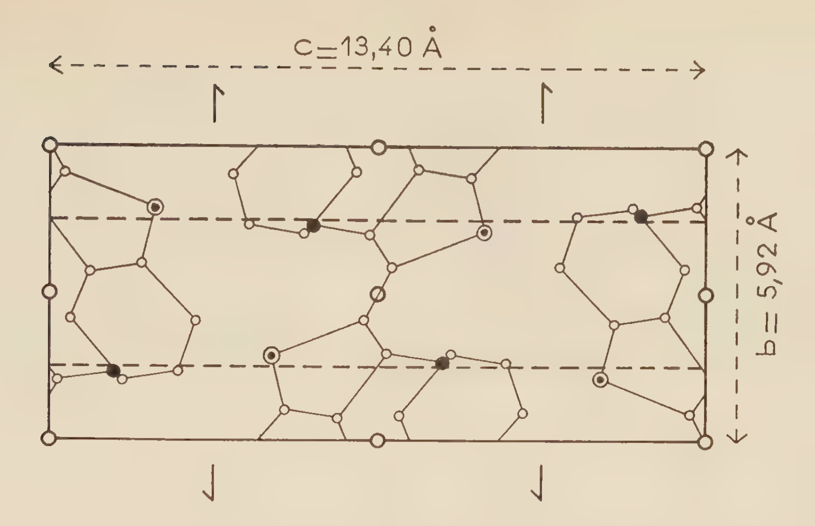
La figure donne les deux projections de la maille effectuées parallèlement à *a* et *b*, avec les atomes à leur emplacement définitif.

Les distances interatomiques et angles de valence principaux ont été calculés à partir des coordonnées. L'erreur entachant les distances carbone-carbone et carbone-oxygène ne permet pas de donner de conclusion à leur sujet. Les distances entre l'atome de sélénium et les atomes de carbone voisins sont les suivantes :

$$\mathrm{Se} - \mathrm{C}_1 = 1{,}97\ \text{Å}, \qquad \mathrm{Se} - \mathrm{C}_8 = 1{,}75\ \text{Å}.$$

L'angle ($C_1 Se C_8$) est égal à 80°.






Les atomes de carbone d'une même demi-molécule se localisent dans un même plan calculé par la méthode des moindres carrés. Les distances à ce plan, de l'origine et des atomes d'oxygène et de sélénium sont respectivement les suivantes : 0,15, 0,18 et 0,10 Å.

L'atome d'oxygène est distant de 3,20 et 2,99 Å de deux atomes de sélénium appartenant l'un à une même molécule, l'autre à une molécule voisine. Ces distances sont inférieures à la somme des rayons de van der Waals des deux atomes (3,40 Å) et correspondent aux liaisons hydrogène observées dans le cas de l'indigo ([1]).

CHIMIE MINÉRALE. — *Les réactions d'oxydation des siliciures de calcium.* Note (*) de MM. **André Chrétien**, **William Freundlich** et **Michel Bichara**, transmise par M. Louis Hackspill.

Les trois siliciures de calcium connus : $CaSi_2$, CaSi et $Ca_2Si$ fixent l'oxygène libre en donnant le silicate bicalcique 2CaO, $SiO_2$ et libération de silicium, directement ($CaSi_2$) ou par l'intermédiaire du premier (CaSi et $Ca_2Si$). Ce caractère permet de les utiliser pour préparer des siliciures par réduction des oxydes.

Nous avons montré que le binaire aluminium-calcium $CaAl_2$ est un réducteur puissant, capable de réduire un oxyde réfractaire à température relativement peu élevée. D'autres binaires métalliques du calcium doivent présenter un caractère analogue. La présente Note concerne les trois siliciures de calcium connus : $CaSi_2$, CaSi et $Ca_2Si$. La méthode d'expérimentation est la même que dans le travail précédent : étude thermogravimétrique de l'oxy-

---

([1]) H. von Eller, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 975.

(*) Séance du 18 octobre 1954.

dation du binaire calcique par l'oxygène gazeux, et analyse radiocristallographique des produits formés ([1]).

Les binaires considérés sont préparés par action de l'hydrure de calcium sur le silicium. $CaSi_2$ est obtenu facilement dès 800° avec les proportions stœchiométriques. Par contre, $Ca_2Si$ nécessite un excès d'hydrure de calcium : au moins 4 at. Ca pour 1 at. Si; une proportion inférieure donne CaSi. Dans ces deux derniers cas, l'excès de calcium reste libre; on l'élimine par une solution alcoolique de chlorure d'ammonium.

L'oxydation de $CaSi_2$ commence vers 700°, devient rapide dès 830°, et se ralentit à 900° pour se terminer (*fig.* 1). Le produit obtenu est, jusqu'à 1 000°,

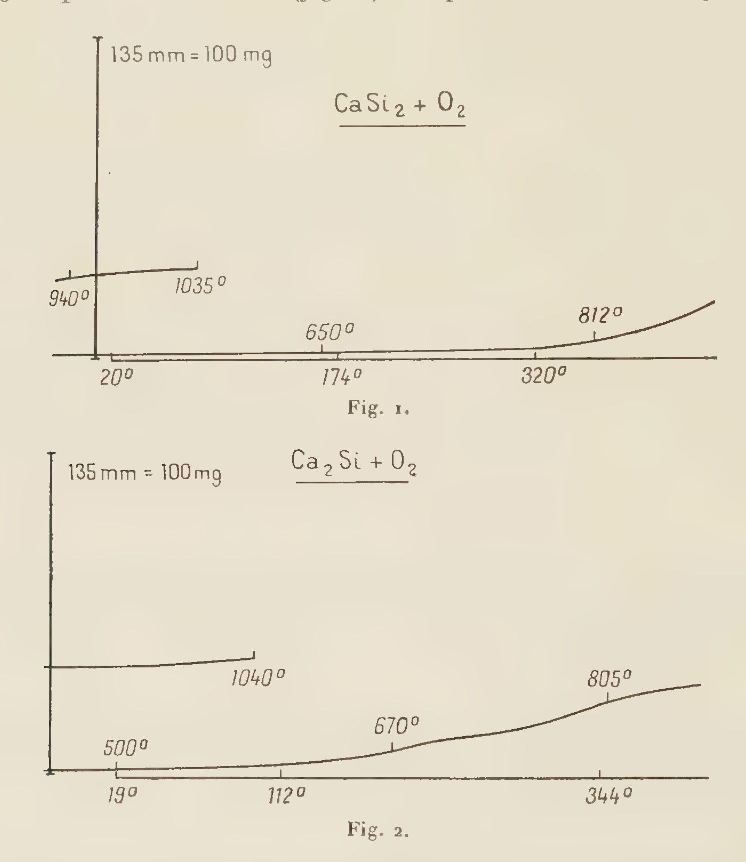



Fig. 1.

Fig. 2.

un mélange de silicium et silicate bicalcique $2CaO, SiO_2$ ; aucun intermédiaire n'apparaît. $CaSi_2$ s'oxyde donc directement avec mise en liberté de 3 at. Si sur 4 :

(1) $$2CaSi_2 + 2O_2 \rightarrow 2CaO, SiO_2 + 3Si.$$

Les siliciures CaSi et $Ca_2Si$ s'oxydent, au contraire, en deux stades. Pour l'un et pour l'autre, $CaSi_2$ apparaît intermédiairement (*fig.* 2). Mais une mise

([1]) *Comptes rendus*, **239**, 1954, p. 978.

en liberté préalable de silicium est nécessaire, qui se fixe sur le siliciure non oxydé. On a, avec $CaSi$ :

*a.* $$2\,CaSi + O_2 \rightarrow 2\,CaO + 2\,Si,$$

*b.* $$2\,CaSi + 2\,Si \rightarrow 2\,CaSi_2;$$

(2) $$4\,CaSi + O_2 \rightarrow 2\,CaSi_2 + 2\,CaO.$$

La présence de silicium libre à 650°, et le nombre trouvé pour le rapport moléculaire $O_2/CaSi$ le confirment. Au-delà de 700° le silicate bicalcique $2\,CaO, SiO_2$ se forme par suite de l'oxydation de $CaSi_2$, suivant la réaction (1). Au total, l'oxydation de $CaSi$, à 900°, revient à la réaction globale :

(3) $$4\,CaSi + 3\,O_2 \rightarrow 2\,CaO, SiO_2 + 2\,CaO + 3\,Si.$$

L'oxydation de $Ca_2Si$ procède d'une manière analogue, et revient à la réaction globale :

(4) $$4\,Ca_2Si + 5\,O_2 \rightarrow 2\,CaO, SiO_2 + 6\,CaO + 3\,Si.$$

Cette étude aboutit à une conclusion intéressante : l'oxydation des siliciures de calcium donne le silicate bicalcique $2\,CaO, SiO_2$, ce qui laisse un excès de silicium libre. La présence de ce silicium avec l'oxydation facile des siliciures donnent à ces corps une activité particulière pour la préparation des composés du silicium et d'un métal, à partir des oxydes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les isochromannes substitués.* Note (*) de MM. **Jean Colonge** et **Paul Boisde**, présentée par M. Marcel Delépine.

Les alcools β-aryléthyliques sont transformés en éthers chlorométhyliques qui se cyclisent spontanément ou sous l'action du chlorure d'aluminium en isochromannes substitués. Diverses propriétés des isochromannes sont examinées.

L'étude de la série de l'isochromanne (I) est peu avancée [1]; aussi, avons-nous entrepris des recherches pour préparer ses dérivés alcoylés en utilisant le procédé indiqué par Buschmann et Michel [2] qui consiste à traiter les alcools β-aryléthyliques (II) par le formaldéhyde et l'acide chlorhydrique; il se fait d'abord l'éther chlorométhylique (III) qui peut se cycliser soit spontanément, soit sous l'influence du chlorure d'aluminium en isochromanne (IV); mais dans la plupart des cas, même en travaillant à basse température, il est impossible d'isoler l'éther chlorométhylique.

(*) Séance du 18 octobre 1954.

(1) Signalons une publication récente de Maitte (*Ann. Chim.*, 9, 1954, p. 65) portant sur l'isochromanne et qui nous a incités à présenter cette Note.

(2) D. R. P. nos 614.461 et 617.646, 1935.

Si l'on utilise les alcools du type (II), on obtient des isochromannes portant des substitutions alcoylées sur le noyau benzénique; si l'on part des β-arylalcoylcarbinols (V), on obtient des isochromannes pouvant être substitués comme les précédents et aussi en position 3, (VI).

(I) $Ar.CH_2.CH_2OH$ (II) $Ar.CH_2.CH_2OCH_2Cl$ (III) $Ar.CH_2.CHOH.R$ (IV)

(IV) R = H,
(VI) R = alcoyle

(VII)

$CH_2.CH_2.Br$ / $CH_2Br$ (VIII)

$CH_2.CH_2OH$ / $CH_2OH$ (IX)

Chez les isochromannes, le groupement méthylène (position 1) est fortement activé par le voisinage du noyau aromatique et par celui de l'hétéroatome; nous avons constaté qu'il était facile d'oxyder les isochromannes en *isochromanones* ou *dihydro-isocoumarines* (VII) au moyen de l'anhydride sélénieux.

L'hétérocycle peut être ouvert par action de l'acide bromhydrique qui conduit aux dibromures (VIII) et aussi par l'action du chlorure d'acétyle en présence de chlorure d'aluminium avec formation d'esters chlorhydriques et acétiques des glycols (IX); pour ces esters, nous ne pouvons pas encore préciser les positions du chlore et du groupement $O.CO.CH_3$.

*Chlorométhoxy-1 phényl-2 éthane* $C_9H_{11}OCl$. — A partir de l'alcool phényléthylique, Rdt 76 %. Liquide, $É_{16}$ 117-120°; $d_4^{17}$ 1,107; $n_D^{17}$ 1,5245; composé déjà signalé par Sabetay et Schving [3].

*Chlorométhoxy-1 p-tolyl-2 éthane* $C_{10}H_{13}OCl$. — A partir de l'alcool *p*-tolyléthylique, Rdt 54 %. Liquide, $É_{13}$ 125-127°; $d_4^{22}$ 1,075; $n_D^{22}$ 1,5214.

*Chlorométhoxy-1 α-naphtyl-2 éthane* $C_{13}H_{13}OCl$. — A partir de l'alcool α-naphtyléthylique, Rdt 79 %. Liquide, $É_4$ 159°; $d_4^{25}$ 1,168; $n_D^{25}$ 1,6050.

*Isochromanne* $C_9H_{10}O$. — Cyclisation directe, Rdt 67 %; cyclisation par le chlorure d'aluminium, Rdt 72 %. Liquide, $É_{15}$ 93°; $d_4^{19}$ 1,068; $n_D^{19}$ 1,5457; composé signalé par plusieurs auteurs.

---

([3]) *Bull. Soc. Chim.*, 43, 1928, p. 1341.

*Méthyl-7 isochromanne* $C_{10}H_{12}O$. — Cyclisation directe, Rdt 54 % ; cyclisation catalytique, Rdt 87 %. Liquide, $É_{13}$ 105°; $d_4^{25}$ 1,040; $n_D^{25}$ 1,5360.

*Diméthyl*-5.8 *isochromanne* $C_{11}H_{14}O$. — Cyclisation directe, Rdt 70 %. Liquide, $É_{25}$ 143°; $d_4^{25}$ 1,048; $n_D^{25}$ 1,5452.

*Méthyl*-3 *isochromanne* $C_{10}H_{12}O$. — Cyclisation directe, Rdt 84 %. Liquide, $É_{18}$ 100°; $d_4^{25}$ 1,022; $n_D^{25}$ 1,5256.

*Benzo*-5.6 *isochromanne* $C_{13}H_{12}O$. — Cyclisation catalytique, Rdt 72 %. Solide, F 71°; $É_{13}$ 177-180°.

*Isochromanone* $C_9H_8O_2$. — Rdt 65 %. Liquide, $É_{20}$ 176°; $d_4^{25}$ 1,197; $n_D^{25}$ 1,5629; composé déjà signalé par Wegler [4] et Ramart-Lucas et Hoch [5].

*Méthyl-7 isochromanone* $C_{10}H_{10}O_2$. — Rdt 50 %. Solide, F 43° (éther de pétrole).

*Diméthyl*-5.8 *isochromanone* $C_{11}H_{12}O_2$. — Rdt 59 %. Solide, F 81°.

*Méthyl*-3 *isochromanone* $C_{10}H_{10}O_2$. — Rdt 50 %. Solide, F 53°.

*Benzo*-5.6 *isochromanone* $C_{12}H_{10}O_2$. — Rdt 43 %. Solide, F 104° (alcool).

Les détails analytiques et opératoires, ainsi que les autres dérivés, seront donnés dans une autre publication.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Copulation des diazoïques sur le méthyl-2 benzothiazole*. Note de MM. **François Pierrot** et **Henri Wahl**, présentée par M. Marcel Delépine.

Contrairement aux données de la littérature, le méthyl-2 benzothiazole lui-même réagit avec le chlorure de *p*-nitrophényl diazonium.
La constitution du produit formé est démontrée.

La copulation des sels de diazonium sur les sels quaternaires de bases hétérocycliques α-méthylées du type (I) a conduit à des disazoïques (II) [1].

On pouvait se demander si cette réaction était liée à la nature particulière des sels quaternaires en question, ou si les bases elles-mêmes présentaient déjà une réactivité analogue. Humphriess [2] signale un résultat négatif dans le cas de la lépidine ou de la quinaldine. Porai-Koshits et Muravich [3] d'une part,

---

(4) *Ber, dtsch. Chem. Ges.*, 70, 1937, p. 1279.
(5) *Bull. Soc. Chim.*, 2, 1935, p. 327.

(1) H. Wahl et M.-T. Lebris, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 631; 235, 1952, p. 1405; 236, 1953, p. 294; *Bull. Soc. Chim*, 1954, p. 248; 1954, p. 251.
(2) *J. Chem. Soc. London*, 1926, p. 374.
(3) *J. Gen. Chem. U. R. S. S.*, 23, 1953, p. 1583.

A. A. Kharkharov [4] de l'autre, déclarent que ni le méthyl-2 benzothiazole, ni le méthyl-2 benzimidazole ne réagissent avec les diazoïques.

Cependant, il suffit de mélanger en proportions équimoléculaires le diazoïque de la *p*-nitraniline préparé par les procédés classiques, à une solution acétique de méthyl-2 benzothiazole (pH du mélange compris entre 0,75 et 2), pour observer une coloration orangée, puis la précipitation d'un solide orangé rouge, dont la masse croît plus rapidement si l'on porte la température vers 50°.

Le produit obtenu est un mélange d'au moins deux solides, dont l'un (A), le plus abondant, est très soluble dans la pyridine, et assez soluble dans l'alcool ou l'acétone bouillants pour être séparé. Des cristallisations répétées dans l'alcool permettent d'isoler de longues aiguilles jaune paille, de F 271°,5 solubles en rouge vif dans $SO_4H_2$ concentré, et dont les solutions dans les différents solvants organiques prennent une intense coloration violette en présence de bases fortes. Sa composition correspond à la fixation d'un reste azoïque sur une molécule de base [calculé pour $C_{14}H_{10}O_2N_4S$, P. M. = 298,5 : N = 18,85 %, S = 10,75 %; trouvé : N 18,81 %, N = 18,90 %, S = 10,76 %, S = 10,25 %] (III).

On pouvait penser *a priori* que la copulation s'était effectuée sur le groupe $CH_3$. Une double confirmation de cette hypothèse est apportée par les essais suivants :

*a*. Le méthylal-2 benzothiazole a été préparé par oxydation du méthyl-2 benzothiazole avec l'anhydride sélénieux en s'inspirant de la méthode utilisée par Ch. E. Kwartler et H. G. Lindwall [5]. L'aldéhyde traité en solution acide par la *p*-nitrophényl hydrazine, donne une hydrazone (B) en aiguilles jaunes, de F 271°,5 (trouvé % : N 18,5 et 18,82; S 11,0).

L'identité avec l'azoïque, (mélange F 271°,5), est confirmée par l'étude des courbes d'absorption qui sont pratiquement superposées.

*b*. De plus, en traitant l'un ou l'autre de ces composés par l'iodure de méthyle pendant 4 h à 100°, on obtient un iodo-méthylate, transformé par la soude ou l'ammoniaque en base, colorant rouge violacé cristallisé dans la pyridine en tablettes à reflets mordorés. Les échantillons issus de A et B sont identiques entre eux et également avec le produit C(V), décrit par Wahl et Lebris [6] dans l'action du méthylsulfate de diméthyl-1.2 benzothiazolium sur la *p*-nitrophényl nitrosamine :

---

[4] *Ibid.*, 23, 1953, p. 1175.

[5] *J. Am. Chem. Soc.*, 59, 1937, p. 524; *cf.* Borsche et Doeller, *Liebigs Ann. Chem.*, 537, 1938, p. 45.

[6] *Bull. Soc. Chim.*, 1954, p. 587.

| | A méthylé. | | B méthylé. | | C. |
|---|---|---|---|---|---|
| F. | 233° | mélange 233° | 233° | mélange 233° | 233° |
| max. absorp. | 5 450 Å | | 5 450 Å | | 5 450 Å |
| $\varepsilon . 10^{-4}$ | 4,32 | | 4,32 | | 4,31 |

(solution M/25 000 dans la pyridine)

(I) X, C—$CH_3$, $\overset{\oplus}{N}$—$CH_3$ ⟶ (II) X, C=C(N=N—R)(N=N—R′), N—$CH_3$

ICH₃ ; *p*-nitrophényl nitrosamine ⟶ (V) X, C=CH—N=N—$C_6H_4$—$NO_2$, N—$CH_3$ ⟵ ICH₃ (C)

X, C—$CH_3$, N ⟶ X, C—$CH_2$—N=N—$C_6H_4$—$NO_2$, N (A)

⇅ (III)

(IV) X, C—CHO, N ⟶ X, C—CH=N—NH—$C_6H_4$—$NO_2$, N (B)

Ainsi, il n'est pas nécessaire de transformer le méthyl-2 benzothiazole en sel quaternaire, pour le faire copuler avec les sels de diazonium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Obtention d'anhydrides mixtes entre l'acide o-phosphorique et des acides aminés.* Note de M<sup>me</sup> **Abigaël Carayon-Gentil** et M. **Nguyen Van-Thoai**, présentée par M. Maurice Javillier.

Les anhydrides mixtes entre l'acide *o*-phosphorique et les acides organiques, composés peu stables, ne sont connus que depuis une dizaine d'années. Le premier composé de ce type, l'acide acétylphosphorique

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-\underset{\underset{O}{|}}{P}\begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown OH \end{matrix}$$

a été décrit par F. Lipmann ([1]). Caractérisé d'abord comme produit d'oxyda-

([1]) *J. Biol. Chem.*, 155, 1944, p. 55.

tion enzymatique de l'acide pyruvique en milieu phosphaté, il fut synthétisé par F. Lipmann et L. Tuttle par phosphorylation du chlorure d'acétyle (²).

Les anhydrides mixtes, corps à potentiel énergétique élevé, jouent un rôle important dans les synthèses biochimiques, grâce à l'énergie libre fournie par rupture de leurs liaisons instables. De tels composés n'ont pas encore été isolés à partir d'un milieu naturel. Leur synthèse à été abordée simultanément par H. Chantrenne (³) et par J. Sheehan et V. Frank (⁴) en faisant agir des esters phosphoriques mono- ou disubstitués sur des chlorures d'acides. J. Sheehan et V. Frank ont isolé à l'état pur deux composés présentant la fonction anhydride mixte. A notre connaissance, aucune synthèse de composés semblables n'a été réalisée avec l'acide phosphorique non estérifié.

Nous avons étudié l'obtention des anhydrides mixtes formés entre l'acide *o*-phosphorique et la glycine ou l'alanine, la fonction amine de ces acides étant bloquée par le groupement phtaloyle. La réaction peut se schématiser de la façon suivante :

$$C_6H_4\langle{}^{CO}_{CO}\rangle N-\underset{R}{\underset{|}{CH}}-CO\boxed{Cl + Ag-}-O-\underset{O}{\underset{\|}{P}}\langle{}^{OH}_{OH}$$

$$\rightarrow C_6H_4\langle{}^{CO}_{CO}\rangle N-\underset{R}{\underset{|}{CH}}-CO-O-\underset{O}{\underset{\|}{P}}\langle{}^{OH}_{OH} + ClAg$$

$$R = H \quad ou \quad CH_3$$

Le chlorure d'acide préparé à partir de la phtalimide correspondante est phosphorylé à l'aide du phosphate monoargentique, en milieu benzénique anhydre, à la température ambiante. La réaction est lente : au bout de sept jours, environ 50 % du chlorure d'acide avait réagi. Avec la glycine, le produit formé est insoluble dans le benzène, alors que le chlorure d'acide utilisé est très soluble dans ce solvant. Ceci permet l'élimination quantitative du chlorure d'acide n'ayant pas réagi, lequel reste dans la phase liquide, tandis que la phase solide comporte un mélange de l'anhydride cherché, de chlorure d'argent et de phosphate minéral. Un traitement avec de l'oxyde d'éthyle anhydre permet d'isoler l'anhydride sous forme d'une substance cristalline blanche, acidolabile et se décomposant sous l'action de l'humidité; de plus elle est soluble dans l'acétone et l'éthanol, insoluble dans l'eau et le benzène. Nous ne sommes parvenus ni à la faire recristalliser, ni à l'isoler sous forme de sel d'argent; elle se décomposait au cours de nos opérations. Son étude a été poursuivie sur l'extrait éthéré brut dont le point de fusion varie entre 178

(²) *J. Biol. Chem.*, 153, 1944, p. 571.

(³) *Biochim. et Biophysica Acta*, 4, 1950, p. 484.

(⁴) *J. Amer. Chem. Soc.*, 72, 1950, p. 1312.

et 181° C. (bloc Maquenne), selon les échantillons. La fonction anhydride est caractérisée et dosée à l'aide de l'hydroxylamine, d'après les méthodes de Lipmann et Tuttle ([5]). Le phosphore total est dosé, après minéralisation, selon le procédé de Briggs. Le phosphore engagé dans l'anhydride est déterminé d'après la méthode de Lipmann et Tuttle ([2]), par différence entre le P total et le P précipitable par une solution alcoolique de chlorure de calcium; ce réactif n'insolubilise que 15 à 25 % du phosphore total.

La microanalyse donne les résultats suivant :

$C_{10}H_8O_7NP$, calculé %, C 42,10; H 2,80; O 39,40; N 4,91; P 10,87; trouvé %, C 37,80; H 4,43; O 41,58; N 4,27; P 11,86.

L'ensemble de ces résultats montre que le composé isolé n'est pas pur; il est mélangé de phosphate minéral, ce qui explique le déficit par rapport aux quantités théoriques de 10 % environ pour le carbone et pour l'azote. Jusqu'ici nous ne sommes pas parvenus à mieux purifier nos échantillons, à cause de l'instabilité du composé étudié.

En ce qui concerne le composé correspondant dérivé de l'alanine, l'étude de la cinétique de sa réaction de formation montre que sa synthèse a été certainement réalisée, bien qu'il n'ait pu encore être isolé.

En conclusion, il a été possible d'obtenir des anhydrides mixtes de l'acide *o*-phosphorique et d'acides aminés par phosphorylation de ces derniers, après blocage préalable du groupement $—NH_2$ au moyen de radicaux phtaloyle et transformation en chlorures d'acides; mais en raison de leur instabilité, les anhydrides n'ont pas encore été isolés à l'état de pureté.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Variations des paramètres cristallins et de la température de transformation $\alpha \rightleftharpoons \beta$ dans des quartz de synthèse.* Note (*) de MM. **Germain Sabatier** et **Jean Wyart**, présentée par M. Charles Mauguin.

De nombreuses recherches ont montré récemment que le quartz ne possède pas une température de transformation $\alpha \rightleftharpoons \beta$ et des paramètres cristallins définis, ces grandeurs, au contraire, varient d'un échantillon à l'autre. Les expériences qui font l'objet de cette Note ont été entreprises pour préciser si ces variations sont dues à des changements dans la pression ou la température de cristallisation, ou à des modifications de la composition chimique du milieu où le quartz s'est formé.

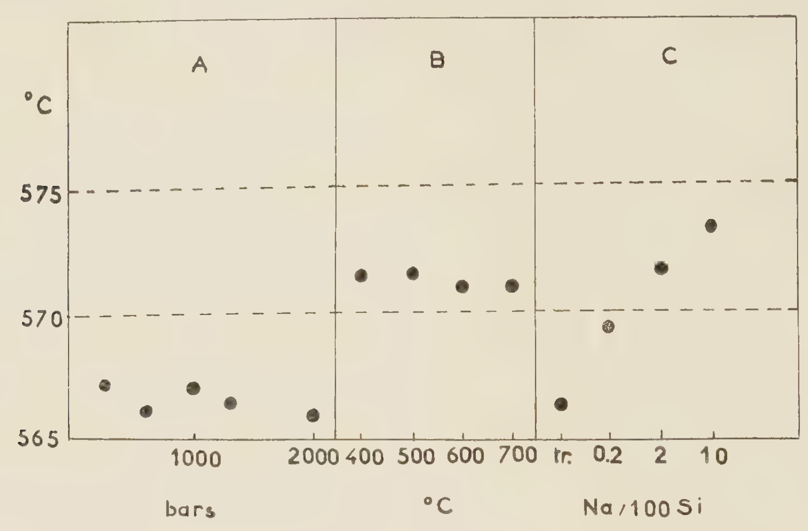
Une cinquantaine d'échantillons ont été préparés dans de petits autoclaves, à des températures variant de 400 à 700° C, et sous des pressions de vapeur

---

([5]) *J. Biol. Chem.*, 159, 1945, p. 21.

(*) Séance du 18 octobre 1954.

d'eau de 300 à 2 000 bars. Le quartz se formait au dépens d'un gel de silice dont on modifiait la composition chimique par addition de sodium, sous forme de soude, de silicate, ou de chlorure. Après chaque synthèse on a mesuré la température de transformation et les paramètres de la poudre obtenue, constituée de petits cristaux de quartz bipyramidés.




Variation de la température de la transformation $\alpha \rightleftharpoons \beta$ de quartz synthétiques en fonction : A, de la pression de cristallisation; température de cristallisation 500°C; gel mère ne contenant que des traces de sodium; B, de la température de cristallisation; densité de la vapeur d'eau durant la cristallisation 0,105; gel mère contenant environ 2 atomes de sodium pour 100 de silicium; C, de la composition du gel mère; température de cristallisation 500° C; pression de cristallisation 300 bars.

Ces essais ont montré que la pression ou la température de cristallisation n'ont aucun effet sur la température de la transformation (*fig.* A et B) et sur les paramètres. Par contre, la température de la transformation s'élève de 566 à 573° C pour des teneurs croissantes du gel en sodium (*fig.* C). Simultanément on observe un rétrécissement de la maille. Les paramètres sont respectivement $a = 4,9025$ kX, $c = 5,3932$ kX pour un quartz renfermant du sodium; $a = 4,9040$ kX, $c = 5,3932$ kX pour un quartz dépourvu de sodium. (Rayonnement utilisé $K\alpha_1$ du cuivre, avec $\lambda = 1,537395$ kX.) Ainsi l'introduction du sodium provoque une diminution du paramètre $a[1000]$ de $15.10^{-4}$ kX sans agir sur le paramètre $c[0001]$. Le sodium doit être introduit sous forme de soude ou de silicate, c'est-à-dire, dans des conditions où il est combiné, ou peut se combiner à la silice. Des quantités 100 fois plus fortes de sodium, sous forme de chlorure, n'exercent aucune action.

Des variations de la température de transformation et des paramètres du quartz, en tous points semblables à celles qu'on observe dans la nature, ont ainsi été reproduites sous la seule action de facteurs chimiques. Elles ne présentent donc aucun intérêt en thermométrie géologique, comme on en avait eu, un instant l'espoir.

D'autre part, ces expériences — et surtout le fait que seul agisse le sodium libre de se combiner à la silice — suggèrent fortement que les variations observées sont dues à la présence de sodium perturbant le réseau du quartz.

On doit enfin noter que le « beau » quartz naturel, donnant des raies de diffraction très fines aux rayons X, et dont la transformation $\alpha \rightleftharpoons \beta$ est isotherme, s'apparente par ses paramètres et la température de cette transformation (573° C) à un quartz de synthèse riche en sodium. On sait d'ailleurs que ces échantillons contiennent toujours du sodium, ou d'autres ions, qu'on localisait jusqu'ici dans les inclusions; il est probable que ces ions interviennent aussi dans le réseau même du cristal.

RADIOCRISTALLOGRAPHIE. — *Sulfate céreux octohydraté : obtention de monocristaux et étude radiocristallographique.* Note de MM. **Jean Blandin** et **Claude Rérat**, présentée par M. Charles Mauguin.

Préparation des monocristaux. L'étude aux rayons X a montré qu'ils appartiennent au groupe de recouvrement $D_{2h}^{18} - Cmca$; les arêtes de la maille ont pour longueurs : $a_0 = 9,91$ kX $\pm$ 0,01 kX, $b_0 = 9,50$ kX $\pm$ 0,01 kX, $c_0 = 17,30$ kX $\pm$ 0,02 kX. La maille contient 4 mol d'octohydrate. Tableau des distances réticulaires observées dans le diagramme de Debye-Scherrer.

Le sulfate céreux octohydraté $(SO_4)_3Ce_2, 8H_2O$, n'est pas isomorphe des autres sulfates octohydratés de terres rares, qui appartiennent au système monoclinique. Cette considération nous a amenés à effectuer l'étude radiocristallographique de ce composé (groupe de recouvrement, paramètres de la maille et nombre de molécules qu'elle contient).

*Préparation.* — Les monocristaux ont été obtenus de la manière suivante : on part du nitrate double de cerium et d'ammonium de grande pureté (préparé au Laboratoire des Terres rares de Bellevue) que l'on transforme, par précipitation ammoniacale, en hydroxyde cérique; en traitant ce dernier par l'acide sulfurique concentré, on obtient une solution de coloration rouge orangé que l'on concentre par ébullition. Cette solution concentrée est ensuite traitée par l'eau oxygénée à 110 volumes, goutte à goutte en agitant jusqu'à décoloration complète; il se forme alors, au bout d'un temps très court, un précipité blanc de microcristaux de sulfate céreux que l'on sépare de la solution. Les microcristaux ainsi obtenus sont égouttés, sans les sécher, puis on y ajoute de l'eau bidistillée goutte à goutte en agitant, jusqu'à dissolution complète. Cette dissolution est très rapide et donne une solution de sulfate céreux incolore, très acide (pH $<$ 1), que l'on place dans un cristallisoir. Après plusieurs jours, à la température de 18° environ, il se dépose des cristaux prismatiques, allongés, hexagonaux de sulfate céreux ennéahydraté, que l'on sépare de la solution, et l'on soumet cette dernière à une seconde cristallisation lente.

Dans les conditions où nous nous sommes placés, il s'est déposé, après plusieurs jours, de beaux cristaux de sulfate céreux que nous avons identifiés comme étant l'octohydrate, par dosage pondéral de son eau de cristallisation, en le transformant en sulfate céreux anhydre par chauffage à 450° C pendant 22 h. Le poids de sulfate anhydre obtenu correspond à une perte de 8 mol d'eau.

*Étude radiocristallographique.* — La méthode de préparation indiquée ci-dessus nous a permis d'obtenir des cristaux incolores très bien formés. Ils se présentent sous forme d'octaèdres orthorhombiques dont les trois diagonales sont sensiblement égales, difficiles à distinguer les unes des autres. Les diagrammes de Weissenberg ont montré que ces cristaux appartiennent au système orthorhombique. Ils ont permis d'autre part (après étalonnage de la chambre par un diagramme de bâtonnet de cuivre) la mesure précise des paramètres de la maille au moyen des réflexions d'ordres élevés de la raie $K\alpha_1$ du cuivre ($\lambda = 1,537$ kX) sur les plans (100), (010) et (001). On trouve

$$a_0 = 9,91 \text{ kX} \pm 0,01 \text{ kX},$$
$$b_0 = 9,50 \text{ kX} \pm 0,01 \text{ kX},$$
$$c_0 = 17,30 \text{ kX} \pm 0,02 \text{ kX}.$$

La valeur de la densité $d = 2,87 \pm 0,02$ (mesurée par la méthode du flacon) a permir de déterminer que le nombre de molécules par maille est $Z = 4$ (valeur calculée : $Z = 3,98 \pm 0,05$ ce qui confirme les conclusions précédentes).

L'étude du réseau polaire montre que les réflexions possibles sont :

$$hkl: \quad h + k = 2n,$$
$$okl: \quad (k = 2n),$$
$$hol: \quad l = 2n \qquad (h = 2n),$$
$$hko: \quad h = 2n \qquad (k = 2n),$$

ce qui conduit au groupe n° 64 : $D_{2h}^{18}$ — C*mca*. Le cristal est holoèdre et le réseau est à face C centrée.

Le diagramme de poudre a été effectué avec la radiation $K\alpha$ du cuivre. Les raies observées sont indiquées dans le tableau suivant, où $d$ désigne les distances réticulaires en kX et I l'intensité des raies correspondantes :

| *d.* | I. | *d.* | I. | *d.* | I. |
|---|---|---|---|---|---|
| 6,49 | 10 | 2,66 | 6 | 1,90 | 3 |
| 5,32 | 10 | 2,54 | 1 | 1,82 | 2 |
| 4,86 | 6 | 2,45 | 1 | 1,79 | 2 |
| 4,34 | 9 | 2,37 | 1 | 1,71 | 2 |
| 3,92 | 2 | 2,30 | 1 | 1,61 | 2 |
| 3,42 | 2 | 2,19 | 5 | 1,43 | 1 |
| 3,20 | 7 | 2,14 | 1 | 1,37 | 1 |
| 3,07 | 1 | 2,07 | 1 | 1,33 | 1 |
| 2,91 | 6 | 1,97 | 4 | 1,15 | 1 |

GÉOLOGIE. — *Tectonique de couverture et tectonique superposée dans le seuil du Poitou.* Note (*) de M. **Gilbert Mathieu**, présentée par M. Pierre Pruvost.

1. Les dislocations du Seuil du Poitou ([1]), objets de nombreuses publications, consistent essentiellement en alignement de failles depuis la Vendée jusqu'au Limousin. Chaque accident étudié dans le détail peut se révéler très complexe et se décomposer en une série de petites failles en escalier. Il n'y a pas, d'après toutes les descriptions des auteurs, de véritable compression des assises jurassiques dues à une poussée tangentielle. Les plissements énumérés jusqu'à présent s'expliquent par des mouvements verticaux provoqués par des jeux posthumes d'accidents hercyniens [ex. : Faille de Vasles ([2]) ou cuvette de Saint-Maixent].

Cependant d'importantes déformations, dans la masse des calcaires dolomitiques massifs du Bajocien-Bathonien, existent à ma connaissance en deux points au moins du seuil du Poitou : au Nord de Couhé-Vérac dans la nouvelle tranchée, dite de Valence, de la déviation de la route Paris-Bordeaux et le long de la voie ferrée entre Poitiers et Saint-Benoît (au Sud du Parc d'artillerie de Poitiers).

Dans les deux cas il s'agit de plis de faible rayon de courbure (de style jurassien) entraînant des pendages de 35°, avec des synclinaux bien marqués. Les plissements de la tranchée de Valence sont situés entre le pli monoclinal de Rouillé à Couhé-Vérac et l'alignement de l'anticlinal granulitique du Terrier-du-Fouilloux au horst de Champagné-Saint-Hilaire.

Les déformations signalées succinctement par de Longuemar ([3]) dans la tranchée de Saint-Benoît (Sud du Parc d'artillerie) se situent au Nord du horst de Ligugé et, en raison d'un petit pli-faille, avec plan de broyage incliné 45° Sud, elles dénotent nettement une poussée tangentielle du Sud vers le Nord. On peut prouver dans les deux cas qu'il s'agit d'une tectonique de couverture, car le socle de granulite apparaît à Villemonnay, à moins de 10 km au Nord-Est de Couhé-Vérac, tandis que les ondulations du Jurassique de Saint-Benoît (tranchée du Traine Bottes) sont à 5 km au Nord de la porphyroïde de Ligugé. Le socle cristallin n'a pas pu se prêter à des plissements d'aussi faible rayon de courbure.

La direction des failles et plis autour du horst de Ligugé est toujours Est-Ouest et le horst est ancien, remarquablement nivelé au sommet des

(*) Séance du 18 octobre 1954.

([1]) P. Glangeaud, *Bull. Carte Géol. Fr.*, 1895, VIII, n° 50.

([2]) J. Welsch, *Bull. Soc. Géol., Fr.*, 3, 1903, p. 883.

([3]) *Géologie du département de la Vienne*, 1870, p. 129.

plateaux. C'est la même direction qui a été signalée dans le Jurassique d'Aunis par M. G. Waterlot ([4]) pour des plissements anté-cénomaniens, tels que l'anticlinal de la Répentie qui paraît séparer deux systèmes d'ondulations sud-armoricaines. L'âge antécénomanien des plissements de la tranchée de Saint-Benoît paraît démontré par un ancien recouvrement en Cénomanien de la région, ayant laissé subsister des blocs résiduels de grès quartzifiés qui, par l'Ouest de Poitiers, Bel-Air, Larnay, le Grand-Beuvoir, viennent rejoindre les buttes témoins déjà connues de Jaunay-Clan, Mavault, Villiers et l'îlot non cartographié du château de Furigny (butte boisée avec sablière à la cote 130). A Furigny, j'ai remarqué dans des grès légèrement rubéfiés des lits fossilifères renfermant des moulages en limonite de lamellibranches marins variés (*Corbis*, *Nucula*), ce qui ne laisse plus le moindre doute sur l'âge cénomanien de tous les grès résiduels du plateau poitevin entre la Gâtine de Parthenay et la Vallée du Clain, en raison de l'identité lithologique des grès avec le Crétacé certain de Mavault. Les grès quartzifiés ont pu être remaniés localement dans le Sidérolithique avec condensation en lits de la limonite résultant de l'altération de la *glauconie* primitive. Ils se sont étendus indifféremment sur les divers étages jurassiques du Séquanien au Bathonien. Rien ne prouve que les plis Est-Ouest de l'Aunis, comme ceux du Périgord (Mareuil et la Tour-Blanche) et du seuil du Poitou, soient immédiatement postérieurs au Portlandien. En raison de l'importante phase anté-cénomanienne des Pyrénées, on pourrait admettre qu'une onde amortie se soit fait sentir jusque dans le détroit poitevin à cette époque.

2. On peut opposer à cette tectonique de couverture, avec poussée du Sud vers le Nord, une tectonique de failles cisaillantes beaucoup plus récente. Deux longues lignes de dislocations ont joué à la fin du Tertiaire dénivellant le Sidérolithique; ce sont : la faille de Chambrille-Lezay-Montalembert et la faille de Vasles-Lusignan-Voulon-Champagné-Saint-Hilaire. L'épaississement marqué du Lias dans les bassins synclinaux (50 m de Toarcien au château de Marçay ([5]), près de Vivonne) confère aux failles limitatives des horsts le caractère de failles de subsidence. Le relèvement des horsts peut être attribué avec quelque vraisemblance à un phénomène d'isostasie. Ces longues fractures sud-armoricaines du Poitou sont en effet des mouvements posthumes d'un axe granulitique hercynien de Parthenay, à Availles-Limouzine et d'un axe gneissique Mervent-Dames de Chambrille-Montalembert-Rochechouart. Il est assez caractéristique de constater, de part et d'autre de l'axe granulitique du Terrier du Fouilloux (278 m), deux systèmes de failles en escaliers. Au

([4]) *Comptes rendus*, 212, 1941, p. 278 et *Bull. Carte Géol. Fr.*, 51, n° 239, 1953, p. 100.

([5]) E. Patte, *C. R. Soc. Géol. Fr.*, n° 3, 1953, p. 40.

Sud ces failles amènent le Jurassique à la cote 40 près de Niort et au Nord elles abaissent le Callovien à la cote 140 à Thénezay (Deux-Sèvres).

D'après les résultats de la prospection gravimétrique en Bretagne, M. Jean Goguel signale (6) sous les principaux batholites de granite un manque de pesanteur. On comprend alors que le relèvement isostasique des crêtes granulitiques de Gâtine ait entraîné au Miocène supérieur un système de fracture dans le Jurassique du Poitou.

En conclusion, on peut envisager deux causes de déformation du Jurassique du Seuil poitevin : 1° une onde partie des Pyrénées (phase antécénomanienne) provoquant une tectonique de couverture sur le socle cristallin; 2° des mouvements de bascule relevant des crêtes granitiques et abaissant les bassins de subsidence, à la fin du Tertiaire.

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine de dépôts de sulfate de calcium actuels et anciens.* Note de M. **Pierre Bellair**, présentée par M. Pierre Pruvost.

Certaines formations anciennes de gypse doivent provenir du remaniement d'une croûte gypso-siliceuse formée *per ascensum* en climat aride et non par évaporation dans des lagunes. L'origine de la silice des quartz bipyramidés si fréquents dans les gypses se trouve alors expliquée.

Bien que la conception de l'origine lagunaire des dépôts de sulfate de calcium amène quelques difficultés d'interprétation dues à l'existence des deux minéraux distincts, anhydrite et gypse, elle n'a guère été discutée et demeure classique. Les anciens auteurs nord-africains (Pomel, Rolland, Ville, Stainier) avaient cependant décrit des croûtes gypseuses du Bas Sahara, formées *per ascensum* en l'absence de lagunes, mais il semble que leurs observations n'aient pas suffisamment attiré l'attention sur des faits pourtant de nature à faire reviser partiellement la conception classique.

Dans la région de dépressions du Sud constantinois et tunisien (Chotts Melrhir, Mérouane, Rharsa, Djerid, Fedjedj...), on rencontre le gypse sous deux formes principales :

*a.* le type *en plaques*, souvent de grandes dimensions (plus de 10 cm) parfaitement limpides et transparentes (non jaunâtres comme le type fer de lance parisien).

*b.* le type *rose de sable* dont il existe plusieurs variétés sans que les conditions de genèse particulières de ces diverses variétés soient parfaitement élucidées. Des essais divers au laboratoire ne m'ont pas jusqu'ici permis d'obtenir ces types de cristallisation.

L'anhydrite ne semble guère exister en grands cristaux, mais un triage

---

(6) *Comptes rendus*, 229, 1949, p. 1130.

au bromoforme de quelques grammes de sables de bords de chotts en révèle toujours des microcristaux, souvent corrodés.

Le type en plaques semble lié aux sebkhras proprement dites et à l'évaporation d'une nappe d'eau libre et limpide. Il est donc d'origine réellement lagunaire.

Les types « rose de sable » sont d'une genèse moins banale : les cristaux se trouvent, soit au voisinage de la nappe phréatique (on en trouve souvent de magnifiques échantillons en creusant les puits), soit en surface dans les fonds de dépressions inondées seulement temporairement lors de pluies exceptionnelles, mais où l'évaporation d'une nappe phréatique proche de la surface est active : elles sont alors abondantes dans la croute superficielle gypso-sableuse. Leur formation première *per ascensum*, par évaporation de la nappe phréatique séléniteuse à travers le sable, ne peut faire de doute; les rosées nocturnes, souvent abondantes, y contribuent peut-être, mais pour une part modeste, les cristaux étant peu hygroscopiques. Une pluie provoque nettement leur corrosion : il faut alors quelques semaines de sécheresse pour les retrouver reformées avec leurs lames délicates. La quantité de sable incluse est variable (jusqu'à 50 %), mais les variétés transparentes elles-mêmes en contiennent. La « croûte gypseuse » du Bas Sahara des auteurs peut être considéré en première approximation comme formée par la coalescence de ces roses plus ou moins remaniées.

L'abondance des roses dans la région d'El Oued est telle qu'on a pu les utiliser pour empierrer partiellement les pistes automobiles des environs. A El Oued même, la croûte gypseuse n'affleure pas et on ne la voit pas toujours dans les entonnoirs de sable au fond desquels sont blottis les jardins. Mais vers Bir el Hadj Kaddour, à 30 km à l'Est, elle arrive à avoir 1 m d'épaisseur. Dans l'Erg Oriental, on la trouve vers le Sud jusqu'au-delà de Bir Djedid, mais elle y est peu épaisse. Vers le Nord elle semble également diminuer d'importance au fur et à mesure qu'on se rapproche du piémont atlantique. Sur une surface de l'ordre de 10 000 km$^2$ une croûte gypseuse de 30 cm à 1 m et peut-être plus par places forme le substrat de l'erg actuel : c'est en somme une lentille gypsosiliceuse de vastes dimensions. Enfin des lentilles gypseuses existent dans le substrat, et les anciens auteurs n'avaient pas hésité à les considérer comme des croûtes fossiles.

On ne trouve pas, semble-t-il, de traces d'une disposition analogue dans les formations arénacées désertiques anciennes : les roses de sable fossiles sont rares bien qu'on en cite des cristaux épigénisés. On en connaît dans le « Wealdien » du Sud tunisien, mais elles y sont de formation actuelle, seulement à la surface des affleurements. Cette absence est due au caractère instable de ce type de cristallisation : le gypse de ces cristaux, mobilisé par les eaux de circulation dans des sables et grès poreux, s'agglomère

en croûte compacte non différentiable du gypse banal ou va se déposer ailleurs en cristaux de morphologie différente ou en filonnets : il est possible d'attribuer une telle origine aux filonnets et fibres de gypse secondaire, si fréquents dans les grès couramment considérés comme désertiques (Grès Bigarré de Provence, continental intercalaire du Sahara, grès « Nubien » de la cuvette : fezzanaise) cela explique pourquoi ce gypse est à la fois si peu abondant, souvent très pur et en même temps exotique par rapport à la formation qui le contient. Il ne s'agit alors pas de dépôts lagunaires.

Mais l'importance actuelle au Bas Sahara de ce gypse particulier, dont le volume total est de l'ordre de un à dix milliards de mètres cubes, montre qu'il peut jouer un rôle moins modeste, et fournir la matière première de certains amas de gypses remaniés et concentrés ultérieurement par sélection tectonique. Les gypses triasiques alpins ont peut-être partiellement une telle origine première : l'existence de flores fossiles connexes s'expliquerait ainsi particulièrement bien.

Notons que l'anhydrite ne semble pas se former dans des conditions analogues, même à l'état de microcristaux : ceux-ci ne sont jamais que très épisodiques dans les sables.

Enfin l'origine de la silice des quartz bipyramidés si fréquents dans les gypses pourrait s'expliquer par une formation originelle du type croûte où grains de quartz et gypse coexistent en une croûte à ciment gypseux.

GÉOLOGIE. — *Quelques précisions sur la structure de la Balagne (Corse).* Note de M. **Pierre Routhier**, présentée par M. Pierre Pruvost.

1° Contact anormal entre flysch argileux quasi autochtone et flysch gréseux qui le chevauche, jalonné par des lambeaux de calcaires triasiques et liasiques; ces derniers sont datés. 2° Origine sédimentaire, par destruction d'une ride, des brèches de Tocone. Discussion de leur âge.

Les contacts anormaux de la Balagne ont été reconnus par E. Maury (1). Poussant un peu plus loin l'analyse, A. Pilger (2) a cartographié dans cette région quatre « Deckschuppe » superposées. Mais beaucoup reste à faire pour élucider la tectonique de la Balagne. Voici quelques observations préliminaires destinées à cette fin.

Entre Belgodère et le col de San Colombano, on peut distinguer six unités lithologiques superposées, dans l'ordre suivant, de l'Ouest vers l'Est : 1. Poudingues de Palasca, grès et calcaires éocènes, reposant sur les gneiss de Belgodère; 2. Flysch argileux noir; 3. Flysch

(1) *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, 178, 34, 1931, p. 1-26.

(2) Der alpine Deckenbau Korsikas und seine Granit-Intrusionen. *Abhandl. Gesellsch. Wissensch. zu Göttingen, Math.-Phys. Kl.* III Folge, heft 19.

gréseux (« grès de Palasca » de Maury); 4. Brèches de Tocone et phtanites (« jaspes » de Maury, « Oelquartzite » de Pilger); 5. Calcaires tithoniques ([3]), radiolarites et basaltes (« diabases ») du col de San Colombano (série ophiolitique); 6. Poudingues et grès de la Cima all'Alturaja.

Les précisions apportées ici portent sur le contact anormal entre les unités 2 et 3 et sur la signification des brèches de Tocone. Nombre de ces observations et des réflexions qu'elles suscitent, ont été faites, en 1953, en compagnie de P. Pruvost

1. *Le contact anormal entre unités* 2 *et* 3. — Sur la route de Belgodère à Ponte-Leccia, près du kilomètre 5 à partir de Belgodère, et au col de Pruno, la cicatrice en est marquée par une très étroite lame de calcaires et cargneules triasiques.

Entre cette lame et le flysch argileux s'interposent quelques mètres d'un grès arkosique vert à patine huileuse, méconnu jusqu'ici en Balagne, mais constant et souvent conglomératique dans la région d'Oletta, où il se place normalement à la base des cargneules et calcaires triasiques, dans la position où nous l'observons ici.

La cicatrice entre les unités 2 et 3, reconnue au kilomètre 5 par Maury, n'avait pas été, jusqu'ici, correctement tracée et les calcaires qui la jalonnent n'avaient pas été datés.

Contrairement à ce que figurent les cartes antérieures, elle se prolonge loin au Nord de Palasca ([4]). Au sommet 199 (lieu-dit Vincchiarello de la planche 3 in Pilger), elle est marquée par un gros rocher calcaire, dont la coupe est absolument identique à celle de la carrière située au pied du Mont-Tuda, près d'Oletta : calcaires à silex au sommet et à la base, encadrant un calcaire massif bleuté, avec Bélemnites en mauvais état. Ainsi la cicatrice entre unités 2 et 3 est jalonnée par des loupes de *Trias et de Lias* ([5]).

Sous cette cicatrice, le flysch noir (unité 2) se suit sans interruption, mais avec des variations d'épaisseur considérables, depuis le col de Pruno jusqu'au lieu-dit Vincchiarello. Quand on le suit du Sud au Nord, on le voit se charger de calcaire vers son sommet, alors que sa base devient de plus en plus gréseuse et passe longitudinalement au flysch gréseux à Nummulites du littoral. Dans ce flysch gréseux, qui ne doit pas être confondu avec celui de l'unité 3, on observe localement un graded-bedding

---

([3]) La découverte des calcaires à Calpionnelles, une des clefs de la stratigraphie corse, est due à E. Raguin, in P. Termier et E. Maury, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1079.

([4]) Levés effectués en 1954, avec l'aide de nos élèves : A. de Reynal, Cl. Mégnien et S. Krylatov.

([5]) Lias dont la présence (et l'on peut même préciser ici Sinémurien) est bien démontrée, au Mont Tuda, par les Gryphées silicifiées découvertes par J. Ricour, *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 9 mai 1949, p. 171.

non inversé. Le flysch de l'unité 2 est donc d'âge nummulitique et, pour d'autres raisons, probablement priabonien. Comme l'a observé Maury, il n'y a aucune raison pour ne pas l'incorporer à l'autochtone.

Le flysch gréseux 3 qui le chevauche ressemble beaucoup aux grès priaboniens d'Annot. Ses intercalations argileuses suggèrent qu'il pourrait être, au moins partiellement, un équivalent latéral, déposé plus à l'Est, du flysch 2.

Le flysch gréseux 3 aurait décollé en masse, en entraînant à sa base des lambeaux de calcaires triasiques et liasiques, et aurait glissé sur un lubrifiant de flysch argileux 2.

2. *Les brèches de Tocone.* — Maury les tenait pour des brèches tectoniques. Pilger les a assimilées à ses « Basalkonglomerate » d'âge éocène, comme les « Oelquartzite ». Ce sont bien, en effet, des *brèches sédimentaires*, mais leur assimilation aux « Basalkonglomerate » est erronée, et leur âge éocène n'est nullement démontré, voire même improbable.

Un de leurs caractères fondamentaux est de contenir des fragments remaniés de phtanites noirs (« Oelquartzite ») et de s'engrener stratigraphiquement, en divers points, avec ces phtanites. Les brèches de Tocone se sont donc en partie formées par destruction de couches de phtanites et elles en sont, *grosso-modo*, contemporaines.

A l'Ouest du col de San Colombano les brèches sont particulièrement grossières et elles sont renversées vers l'Ouest, sous la série ophiolitique (unité 5). Mais, fait important, on retrouve des brèches identiques, quoique plus fines, dans les phtanites de la « Deckschuppe » de Novella, situés plus à l'Est et dessinant un synclinorium à grand rayon reposant *sur* la série ophiolitique.

On arrive ainsi à un schéma paléogéographique cohérent, car le flanc occidental d'une ride en progression et en cours de déversement à l'Ouest devait se dégrader davantage que son flanc normal à l'Est.

Plus délicate est la datation de ce mouvement. Le dépôt des phtanites et des brèches de Tocone a bien suivi l'épanchement des roches vertes. Mais leur âge éocène, admis par Pilger, ne repose sur aucun argument paléontologique. Le repos direct, observé en divers points, des phtanites sur le Tithonique (calcaires à calpionelles et radiolarites), suggère bien plutôt, comme l'admettait Maury, un âge crétacé.

Les mouvements soulignés par les brèches de Tocone seraient donc survenus au Crétacé et, quoique forçant les marges de précision actuellement accessibles, l'hypothèse d'une phase orogénique antécénomanienne apparaît en tous cas à retenir.

MICROPALÉONTOLOGIE. — *Sur un microplancton du Dévonien du Canada recélant des types nouveaux d'Hystrichosphæridés*. Note (*) de M. **Jean Deunff**, présentée par M. Pierre Pruvost.

Un Polypier dévonien (*Favosites*) du Canada révèle un mode particulier de conservation du microplancton primaire et fournit plusieurs genres nouveaux d'Hystrichosphærides (*Polyedryxium*, *Veryhachium*, *Anthatractus*). Coloration in vitro de ces organismes.

De récentes découvertes effectuées dans le Dévonien breton (1) ont confirmé l'existence d'une microfaune planctonique dont la composition est comparable à celle du Silurien. Elles m'ont incité à étendre ces recherches aux séries siluro-dévoniennes de l'Amérique du Nord dans lesquelles, en 1862, M. C. White signalait des microorganismes qu'il assimilait alors aux *Xanthidium* d'Ehrenberg (2).

L'examen d'un Polypier du genre *Favosites* (*Favosites turbinata* Billings), en section mince, appartenant à l'étage *Onondaga* de l'Ontario (Canada), a montré que ses loges silicifiées avaient été comblées par un fin sédiment calcaire contenant des microfossiles admirablement conservés à l'état de matière organique. Ceux-ci ont pu être isolés par traitement à l'acide chlorhydrique. Ils appartiennent dans l'ensemble au grand groupe des Hystrichosphæridés et comprennent :

1° Des formes analogues à celles déjà connues dans le Paléozoïque soit de Bretagne, soit de l'Étranger.

2° Des types dont la morphologie s'écarte notablement de tout ce qui a été décrit jusqu'ici et pour lesquels il y a lieu de créer des cadres systématiques nouveaux. Un genre nouveau *Veryhachium* [génotype *V. trisulcum* (Deunff)], dont les espèces ornées de longs ou très longs processus droits ou recourbés sont également fréquentes dans le Silurien breton, sera décrit ailleurs.

Je signalerai ici :

1° le genre *Polyedryxium* nov. gen. (3). Type membraneux extrêmement curieux, caractérisé par une constante allure polyédrique (*fig.* 2 à 4, 8).

---

(*) Séance du 18 octobre 1954.

(1) J. Deunff, *C. R. S. Soc. géol. Fr.*, 1954, n° 11, p. 239-242.

(2) M. C. White, *The Amer. Journ. of Sc. and Arts*, 83, 1862, p. 385-386.

(3) Genre *Polyedryxium* nov. gen. Microorganismes planctoniques fossiles conservés à l'état de matière organique de couleur jaune ou brune, rarement noire. Coque parallélipipédique ou prismatique dont les faces généralement incurvées vers l'intérieur délimitent un réduit plus ou moins exigu. Les arêtes des faces concourrantes sont pourvues de membranes portant de courts ornements dentelés plus ou moins nombreux. Les angles sont également terminés par des digitations. Dimensions de l'ordre de 20 à 60 μ. Génotype : *Polyedryxium deflandrei*, n. sp. (*fig.* 8).

2° Le genre *Anthatractus* nov. gen. ([4]) fort différent de toutes les espèces de microfossiles rencontrées jusqu'ici, dont la coque fuselée est ornée à ses deux extrémités de processus à disposition florale (*fig.* 12).

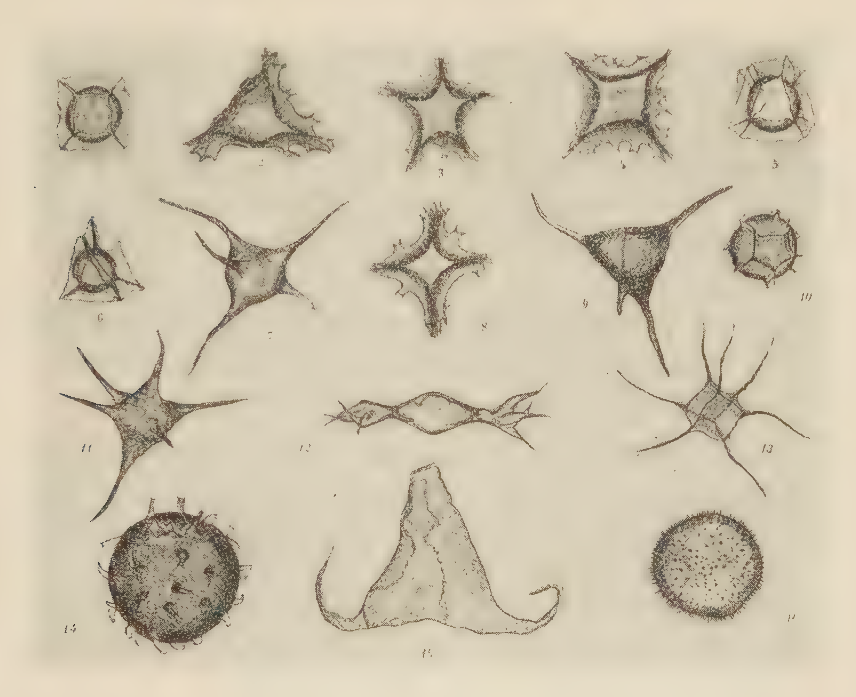


Fig. 1 à 16. — Hystrichosphæridés dévoniens du Canada. — 1, *Cymatiosphæra cubus* n. sp.; 2, *Polyedryxium* n. g. *tectum* n. sp.; 3, *P. bathyaster* n. sp.; 4, *P. diabolicum* n. sp.; 5, *Cymatiosphæra fagoni* n. sp.; 6, *C. prismatica* n. sp.; 7, *Veryhachium* n. g. *eisenacki* n. sp.; 8, *Polyedryxium deflandrei* n. sp.; 9, *Veryhachium tetraëdron* n. sp.; 10, *Cymatiosphæra canadensis* n. sp.; 11, *Veryhachium mamillatum* n. sp.; 12, *Anthatractus* n. g. *insolitus* n. sp.; 13, *Polyedryxium pharaonis* n. sp ; 14, *Micrhystridium paucispinum* n. sp.; 15, *Veryhachium asymmetricum* n. sp ; 16, *Micrhystridium sericum* n. sp. Localité : Decew, Ontario (Canada). — Grossissements. — fig. 1 à 8, 10, 11, 15 : 270; fig. 9 gr. 335 env.; fig. 13, gr. 300; fig. 12, 14, 16 : 675.

3° Un certain nombre d'espèces nouvelles appartenant aux genres : *Cymatiosphæra* O. Wetzel, emend. G. Deflandre, récemment révisé ([5]) (*fig.* 1, 5, 6, 10), *Hystrichosphæridium* Defl., *Micrhystridium* Defl. (*fig.* 14, 16), *Leiosphæra* Eis., *Leiofusa* Eis. et quelques organismes particuliers affectant des formes simples : tétraèdres, dodécaèdres (fait assez rare dans les espèces organiques). A tous ces organismes, qui trouvent leur place dans l'ordre des *Hystrichosphæridea* Eis., s'ajoutent d'assez nombreux *Chitinozoaires* des genres *Conochitina* Eis. et *Lagenochitina* Eis.

---

([4]) *Anthatractus* nov. gen. Coque de matière organique jaunâtre, formée de trois parties : un corps central largement fuselé, clos, portant à chacune de ses extrémités un appendice plurilobé évoquant l'aspect d'un calice. Dimensions : longueur : 50-55 μ, largeur max. : 10 μ. Génotype : *Anthatractus insolitus*, nov. sp., (*fig.* 12).

([5]) G. Deflandre, *C. R. Soc. Géol. Fr.*, 1954, n° 12, p. 257-259.

La connaissance des nouvelles conditions particulières de conservation des Hystrichosphères (qui avaient déjà été supposées par G. Deflandre, mais encore jamais rencontrées) permet maintenant d'envisager et d'étendre les investigations, limitées généralement jusqu'ici à l'examen, soit des nodules (siliceux, calcaires, phosphatés, etc.), soit de la masse même des roches sédimentaires, *aux restes fossiles* des différents groupes d'animaux dont le système interne de division des cloisons est susceptible de retenir le microbios des sédiments fins dans un parfait état de conservation. Tel est le cas présenté par les Polypiers, dont le rôle dans l'édification des récifs a été prépondérant au cours des temps géologiques (6).

GÉOPHYSIQUE. — *Sur les phénomènes de focalisation dus à la houle ionosphérique et la détermination du nombre de chocs.* Note de MM. **Karl Rawer** et **Émile Argence**, présentée par M. Jean Cabannes.

L'interprétation habituelle des mesures de l'amplitude des échos ionosphériques suppose que la région ionosphérique considérée est plane et stratifiée. La mesure des amplitudes de deux échos successifs permet alors de déterminer le coefficient apparent de réflexion $\rho$ et le rayonnement vertical de l'émetteur. Un certain nombre d'observations ne peut être interprété à l'aide de cette hypothèse simple, il existe des cas par exemple où l'amplitude du deuxième écho est supérieure à celle du premier.

En accord avec W. R. Piggott (1) (2), nous attribuons ces effets à l'influence d'une « ondulation » de la surface réfléchissante.

L'étude du cas d'une houle sinusoïdale et cylindrique nous montre que seul le rayon de courbure de la surface réfléchissante joue un rôle important. Si nous désignons par $h_0$ l'altitude de la couche ionisée et par $r$ le rayon de courbure, les termes supérieurs en $h_0/r$ étant négligés, nous obtenons pour expression de l'amplitude d'un écho d'ordre $p$

$$E_p = E_0 \frac{\rho^p}{2ph_0} \frac{1}{\sqrt{\left|1 - p\frac{h_0}{r}\right|}}$$

Nous voyons que l'effet de courbure devient prépondérant lorsque l'on s'approche de la condition de focalisation $r = ph_0$ (nous négligeons les focalisations d'ordre supérieur). D'autre part, l'influence des courbures négatives pouvant être négligée, nous avons un effet dissymétrique.

---

(6) Je signalerai également que j'ai employé avec succès les méthodes de coloration utilisées pour les microfossiles des silex et des marnes et que le bleu de méthylène et la fuschine basique de Ziehl ont fourni de délicates colorations des membranes.

(1) K. Rawer, *J. of. Atm. Terr. Phys.*, 2, 1951, p. 38.

(2) W. R. Piggott, *P. I. E. E.*, 100, III, 1953, p. 61.

La détermination des amplitudes de trois échos successifs permet de déterminer les paramètres $\rho$, $E_0$ et $h_0/r$. De jour, le troisième écho est trop faible pour être mesuré, par contre les observations de nuit se prêtent très bien à une telle étude. Nous avons procédé à un nouveau dépouillement de mesures déjà anciennes interprétées d'après le schéma classique, 30 % des observations avaient conduit apparemment à une absorption négative ($\rho > 1$) ([3]).

Notre interprétation actuelle nous montre que l'influence de la courbure est particulièrement importante pour les cas où l'interprétation classique conduit à l'existence d'un coefficient de réflexion supérieur à l'unité, le nouveau champ de dispersion des valeurs de $\rho$ en fonction de $f/f_c$ ($f$ désignant la fréquence et $f_c$ la fréquence critique) diffère nettement de l'ancien, la dispersion diminue considérablement et la médiane prend une nouvelle valeur.

Si l'on adopte l'hypothèse suivant laquelle la fréquence des collisions électrons-molécules neutres est prépondérante nous trouvons

$$\nu \simeq 400 \text{ ($\nu$ nombre de chocs).}$$

pour le centre de la couche F2 durant les nuits d'hiver. Les mesures médianes interprétées suivant la méthode classique nous avaient donné :

$$\nu \simeq 200.$$

Les valeurs que nous en déduisons pour la densité sont supérieures à celles obtenues à l'aide des fusées ([4]).

Comme nous l'avons indiqué dans une précédente publication il semble utile de faire entrer en ligne de compte les fréquences de collisions électrons-ions déduites des relations de Ginsburg ([5]) ou de Majumdar ([6])

PHYSIQUE DE LA HAUTE ATMOSPHÈRE. — *L'amplitude anormale des effets saisonniers dans l'ionosphère équatoriale et la structure de la haute atmosphère.* Note de MM. **Francis Delobeau** et **Roger Gallet**, présentée par M. Jean Cabannes.

1. Observations. — Nous avons étudié un certain nombre de phénomènes ionosphériques très différents dans les régions équatoriales : absorption par la couche D, ionisation maximum et structure de la couche $F_2$. Nous trouvons sous la grande diversité des propriétés, un caractère commun inattendu concernant leurs variations au cours de l'année. Nous obtenons

---

([3]) K. Rawer, K. Bibl et E. Argence, *Mém. de la Soc. Roy. des Sc.*, Liége, 4, 1952, p. 269-280.

([4]) H. E. Newell, *High Altitude Rocket Research* (Academic Press, New-York, 1953).

([5]) *Journal of Physics* (U. R. S. S.), VIII, 1944, p. 253.

([6]) *Zeitsch. f. Physik*, Bd. 107, p. 599-622.

des *effets saisonniers* d'une amplitude *anormalement grande* par rapport aux faibles variations géométriques de l'angle zénithal solaire et par comparaison avec les mêmes effets dans les latitudes moyennes ou élevées. Nos observations comprennent au moins les phénomènes suivants :

*Absorption* (couche D). — Les mesures d'absorption sont rares. A Singapour (1°,3 Nord) l'onde biannuelle est très nette avec minima aux solstices, mais l'amplitude est beaucoup trop grande pour l'effet géométrique sur cos $\chi$.

*Propagation.* — Les instants d'apparition et de disparition de signaux LORAN émis en Floride (U. S. A.) et reçus à Dakar (A. O. F.) montrent un déplacement saisonnier d'une amplitude de 3 h entre été et hiver. Le phénomène régi par l'absorption ne peut s'expliquer en considérant seulement les variations des heures de lever et de coucher du Soleil le long du parcours.

*Couche* $F_2$ (ionisation). — Les variations de *densité électronique maximum* sont très complexes, quel que soit le lieu géographique, comme il est bien connu. Néanmoins les *moyennes mensuelles* pour l'ensemble des 24 h montrent une variation saisonnière nette annuelle aux latitudes élevées, biannuelle à l'équateur (Singapour) parallèle à cos $\chi$. Mais ici aussi *l'amplitude* au voisinage de l'équateur est anormale comparée à celle des latitudes élevées. De plus il semble en être de même pour le *contenu électronique* total de la région F ($F_1 + F_2$) malgré le peu de résultats à notre disposition sur cette valeur (Singapour).

*Stratification* F 1,5 (située entre les couches $F_1$ et $F_2$). — Caractéristique des basses latitudes cette stratification est un phénomène diurne avec maximum de probabilité vers midi. Sa répartition géographique semble liée à la position magnétique. Cependant à Dakar (14°,6 N) cette apparition intéresse 50 % des heures diurnes en été et seulement 5 % en hiver alors que cos $\chi$ varie assez peu. A Lwiro (2°,3 S), Congo Belge et à Singapour on observe exactement les mêmes résultats mais avec six mois d'opposition. Les stations de Djibouti (11°,5 N) et Nhatrang (12°,2 N) donnent aussi une onde annuelle également grande avec des maxima d'été.

2. Interprétation. — Le phénomène général important dans tout ceci est l'amplitude remarquable de la réponse de l'ionosphère à de faibles variations géométriques, à tous les niveaux de la haute atmosphère. Les théories habituelles indiquent une variation dépendant d'une fonction simple de cos $\chi$. Dans les régions équatoriales cos $\chi$ à midi, varie trop faiblement pour rendre compte des effets saisonniers observés, si *l'atmosphère attaquée conserve la même structure.* Nous proposons d'interpréter ces observations en termes de variations de structure de la haute atmosphère au cours de l'année pour un même lieu. Sous ce terme structure nous avons surtout en vue la température et son gradient, peut être aussi

la dissociation moléculaire (niveau et répartition de la dissociation), et les caractères dynamiques (marées, vents, turbulence).

De façon plus précise la structure est certainement fonction de la latitude et nous connaissons déjà des mesures dans ce sens. Mais *l'équateur effectif* ne reste pas fixé sur l'équateur géographique. Il suit le mouvement du Soleil et doit être proche du petit cercle ayant le Soleil au zénith à midi (latitude sub-solaire). En décembre l'équateur effectif est donc voisin du tropique du Capricorne. Une station à l'équateur trouve ainsi au-dessus d'elle une atmosphère dont l'état est celui d'une latitude de 23° N. Aux équinoxes les équateurs effectifs et géographiques se confondent. En juin la station à l'équateur possède une atmosphère de latitude 23° S, l'équateur effectif étant voisin du tropique du cancer.

Nous remarquons que les isothermes de surface possèdent ces caractéristiques et que ceci est très naturellement lié à *l'insolation totale.*

En d'autres termes pour une station à l'équateur aux solstices, non seulement le rayonnement solaire attaque l'atmosphère sous l'incidence 23° mais encore la structure de cette atmosphère correspond à une latitude de 23° environ.

Les observations d'effets saisonniers peuvent donc nous fournir des paramètres de la variation de l'atmosphère suivant la latitude.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Dorsi-ventralité du mouvement révolutif des vrilles.*

Note de M. **Lucien Baillaud**, présentée par M. Raoul Combes.

Le grand axe de la trajectoire, qui relie les deux points où la vitesse est minimum, est dans le plan de symétrie dorsi-ventral de la partie active de la vrille; la vitesse est donc minimum lorsque la zone de croissance maximum affecte les faces adaxiale et abaxiale de la vrille; la vitesse est maximum lorsqu'il s'agit des faces latérales.

Les vrilles de Cucurbitacées, de Passifloracées et de Légumineuses ont un mouvement de circumnutation périodique; leur périodicité peut être envisagée de deux façons :

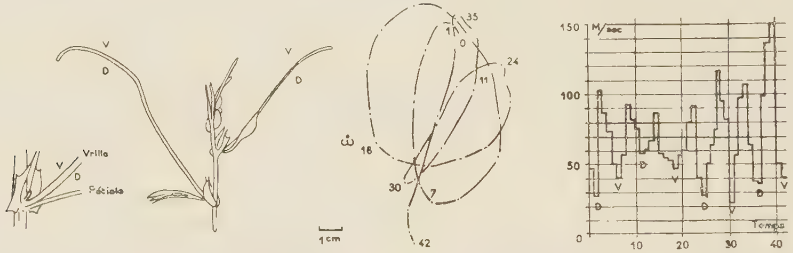
1° d'après la trajectoire parcourue par le sommet, lorsqu'elle est régulière; une révolution est effectuée en *une période*, au cours de laquelle la zone de maximum de croissance a affecté successivement toutes les génératrices de la vrille;

2° d'après les variations rythmées de la vitesse linéaire du sommet (ainsi que de la courbure de la vrille et de la hauteur du sommet), variations étudiées par A. Tronchet et ses coll. [1] : au cours *d'une période* la vitesse du sommet d'une vrille varie et présente deux valeurs maxima et deux valeurs minima alternées.

---

(1) A. Tronchet et Mme J. Tronchet, *Comptes rendus*, **223**, 1951, p. 817.

Les vrilles étudiées ont une structure dorsi-ventrale; nous appellerons face « ventrale », ou adaxiale, la face tournée vers la tige et face « dorsale », ou abaxiale, la face opposée; au sommet, les vrilles ont souvent une forme crochue, la face ventrale étant convexe; une légère torsion de la vrille se manifeste parfois au voisinage de la base, mais l'observation du « crochet » aide à déterminer quelle est la face « ventrale » dans les différentes parties de la vrille. La région de la vrille qui nous intéresse le plus est celle où se produisent les variations de vitesse de croissance qui provoquent le mouvement : cette région peut être observée dans chaque cas considéré; elle commence un peu au-delà de l'insertion de la vrille sur le rameau, au quart de la longueur par exemple, et se termine un peu en deçà de la région apicale crochue. En même temps que nous observions le déplacement du sommet selon la méthode habituelle, nous avons repéré les temps où la zone convexe (de maximum de croissance) affectait les faces dorsale, ventrale et latérales de la région active.




Vrilles de *Passiflora cœrulea*. — De gauche à droite. 1 : détail de l'insertion de la vrille sur la tige (V = face supérieure ventrale, D = face inférieure dorsale). 2 : rameau de Passiflore montrant la courbure des vrilles à leur sommet. 3 : projection orthogonale du sommet d'une vrille en nutation (les chiffres indiquent le temps mesuré en intervalles de 5 mn.). 4 : variations de la vitesse linéaire du sommet de la même vrille; les lettres V et D indiquent à quel moment la face convexe est la face ventrale ou la face dorsale; dans tous les cas la vitesse est alors minimum.

Une série d'observations portant sur des vrilles de *Passiflora cœrulea* L. et de *Lagenaria vulgaris* Ser. (²) nous ont donné les résultats suivants : la vitesse du sommet est minimum lorsque les faces dorsale ou ventrale sont atteintes par la convexité; elle est maximum lorsque la convexité affecte les faces latérales; la trajectoire décrite par le sommet est, conformément à la règle générale, une figure allongée et grossièrement symétrique par rapport à un grand axe : *ce grand axe, qui relie les positions où la vitesse est minimum, se situe, pour chaque révolution considérée, dans le plan de symétrie de la partie active de la vrille.*

Ces faits établissent l'identité des deux façons, que nous avons envisagées, de définir la période; ils permettent également de considérer les règles des variations de la vitesse des vrilles comme résultant d'un mou-

(²) L. Baillaud, *Bull. Soc. Hist. nat. Doubs*, 54, 1951, p. 101.

vement dorsi-ventral de grande amplitude dont la vitesse croît et décroît deux fois par période, et d'une composante latérale plus faible; ainsi semble s'établir un rapprochement avec d'autres organes à structure dorsi-ventrale animés d'un mouvement d'oscillation dans leur plan de symétrie (feuilles, pétales, etc.).

Les figures se rapportent au mouvement d'une vrille de *Passiflora cœrulea* L. dont la base 0 immobile était disposée obliquement (ω, projection orthogonale de 0, est en dehors de la projection de la trajectoire). Les points d' « infléchissement maximum » ([3]), où la vitesse est minimum, sont numérotés 1, 11, 24, 35 (face ventrale convexe, hauteur minimum), 7, 18, 30, 42 (face dorsale convexe, hauteur maximum); les « lignes d'infléchissement » reliant deux points de vitesse minimum successifs, seraient les segments de droite (non figurés) 1-7, 7-11, 11-18, 18-24, 24-30, 30-35, 35-42; ces segments indiquent le plan dorsi-ventral de symétrie de la région active, plan qui ne passe pas par ω parce que la vrille considérée était tordue à sa base.

CARYOLOGIE VÉGÉTALE. — *Méthode de mise en évidence des noyaux dans les cellules du* Penicillium chrysogenum *Thom.* Note de M. **Jacques Rombaut**, présentée par M. René Souèges.

On peut mettre en évidence l'acide désoxyribonucléique du mycélium et des spores du *Penicillium chrysogenum* en pratiquant dans la masse fongique la coloration par la méthode de Giemsa après hydrolyse par HCl/N, à 60°. Cette technique permet de suivre l'évolution des masses nucléaires à l'intérieur des spores et du mycélium.

La révélation de l'acide désoxyribonucléique du noyau des cellules bactériennes peut être faite à l'aide du colorant de Giemsa (éosinate de bleu de méthylène) après élimination de l'acide ribonucléique soit par hydrolyse acide (Robinow) ([1]), soit par hydrolyse diastasique à la ribonucléase (Tulasne et Vendrely) ([2]). Le principe de cette coloration est applicable aux cellules des Ascomycètes et en particulier au mutant achromogène utilisé par nous T. P. 10 (souche Carvajal) issu du *Penicillium chrysogenum* Thom.

A. Technique. — La technique proposée permet d'opérer, dans la masse même du matériel étudié, l'adhérence sur lame étant difficilement compatible avec le maintien de l'intégrité morphologique. Le collage par l'albumine d'œuf, en particulier, est à rejeter car il enrobe les cellules d'un film protéique très gênant pour toutes les observations. Nous avons donc adopté au cours des examens cytologiques, le mode opératoire suivant :

---

([3]) A. Tronchet et Mme J. Tronchet, *Ann. Scient. Franche-Comté*, 2, 1947, p. 3.

([1]) C. F. Robinow in *The bactérial cell de R. Dubos*, Harward University Press, 1947.

([2]) R. Tulasne et R. Vendrely, *Nature*, 160, 1947, p. 225.

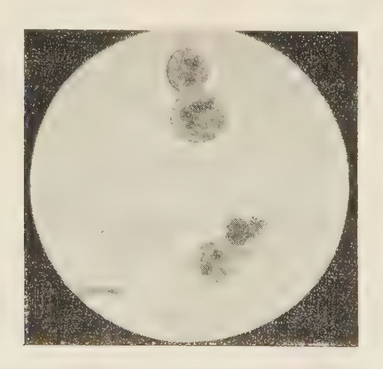
1° *Préparation du matériel.* — Un prélèvement provenant d'une suspension de spores ou d'une culture agitée de la souche P 10, mutant achromogène du *Penicillium chrysogenum*, est placé dans le bol d'une centrifugeuse à main de laboratoire. Après centrifugation de 15 s à la vitesse de 500 t/mn, le liquide surnageant est éliminé.

2° *Hydrolyse chlorhydrique* (élimination de l'acide ribonucléique). — Les spores ou les cellules mycéliennes formant le culot de centrifugation sont dispersées dans une solution normale d'acide chlorhydrique jouant également le rôle de fixateur. La suspension ainsi obtenue est placée au bain-marie à 60° C pendant 10 mn.

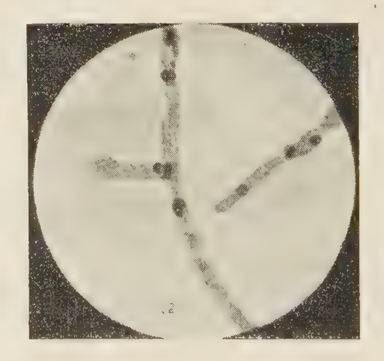
3° *Lavages.* — Trois lavages successifs sont effectués par centrifugation au moyen d'une solution phosphatée tamponnée à pH 7 répondant à la formule suivante :

| | | |
|---|---|---|
| Phosphate monopotassique anhydre................ | M/50 | liqueur *a* |
| Phosphate disodique à 12 $H_2O$...................... | M/30 | |
| Chlorure de sodium............................ | M/50 | |

4° *Coloration.* — Après le dernier lavage, le culot de centrifugation est mis en suspension dans une solution diluée de Giemsa préparée extemporanément à raison de trois gouttes de colorant de L. Giemsa dans 3 cm³ de la solution phosphatée tamponnée à pH 7 (liqueur *a*). Le temps de contact nécessaire est de 15 mn à la température du laboratoire (20-22° C). Les examens microscopiques sont effectués sur les spores ou les hyphes en suspension dans le colorant dilué entre lame et lamelle lutée à la paraffine.



1. Aspect des noyaux à l'intérieur des spores. G = 2400.



2. Aspect des noyaux à l'intérieur du mycélium. G = 2400.

B. Observation cytologique. — La micro-photo n° 1 montre l'aspect des masses nucléaires à l'intérieur des spores du *Penicillium chrysogenum* P 10 après 10 h de cultures dans un milieu de sporulation pure étudié par nous ([3]) et de composition suivante : saccharose, 0,5 g; lactose, 20 g;

([3]) J. Rombaut, *Ann. pharm. françaises*, 12, 1954, p. 214.

nitrate de sodium, 6 g; phosphate monopotassique, 1,5 g; sulfate de magnésium, 0,5 g; chlorure de calcium, 25 g; eau distillée q. s. pour 1000 cm³. A l'état statique et après maturation complète, la spore est uninucléée. Elle se divise au stade prégerminatif et devient polynucléée cependant que son volume s'accroît.

La microphotographie n° 2 met en évidence la position des noyaux dans les hyphes après germination des spores. Les divisions nucléaires apparentes ont lieu surtout dans les parties terminales où la croissance est la plus active.

Cette même technique de coloration nous a permis également d'étudier en détail les phénomènes de division nucléaire accompagnant la sporulation et le développement mycélien du *Penicillium chrysogenum* P 10, en culture agitée, ainsi que les migrations des noyaux au cours d'anastomoses mycéliennes du *Penicillium notatum* P 1209 issues de spores différentes.

APICULTURE. — *Sur la formation des cellules royales dans une ruche non orpheline*. Note de M. **Alain Caillas**, présentée par M. Émile Roubaud.

Il était admis jusqu'ici que la production des cellules royales ne pouvait être obtenue que dans une colonie d'abeilles préalablement rendue orpheline. Cette Note a pour but de démontrer que, dans certaines conditions, la production de cellules royales peut être obtenue à l'intérieur du nid à couvain, en présence de la reine.

Dans une colonie normale d'abeilles, la reine n'est remplacée spontanément que dans deux cas bien déterminés :

1° Lorsque la ruche est devenue orpheline par suite de la mort de la reine, lorsque celle-ci est arrivée au terme de sa vie, qu'elle a disparu par accident, ou a été tuée par les ouvrières, en raison du déclin de sa ponte.

2° Lorsque la colonie considérée prépare l'essaimage.

Les méthodes d'élevage artificiel des reines, et celles qui tendent à la production de la gelée royale sont presque toutes basées sur l'orphelinage.

Un seul procédé préconisant l'élevage des reines dans une ruche se préparant à l'essaimage a été indiqué, en 1903, par l'allemand Wankler.

Cette méthode, fort compliquée et difficile à réussir, utilise exclusivement des cellules de mâles. A la vérité, c'est plutôt une curiosité qu'un procédé d'usage courant.

Au cours d'expériences exécutées par l'auteur de cette Note, en mai et juin 1954, il a été possible d'obtenir dans des ruches normales, sans aucun artifice, et notamment sans grille à reine, la production de cellules royales dans le nid à couvain. Et cela, en présence de la mère de la colonie, sans claustration ou enlèvement temporaire de cette dernière.

Pour réussir, les conditions suivantes doivent être réunies :

*a.* Il faut opérer exclusivement sur une très forte colonie, dont la population soit de l'ordre d'environ 40 000 abeilles, au minimum. On ne peut y parvenir que par une préparation appropriée, et notamment par un nourrissement spéculatif ayant stimulé la ponte de la reine, dont l'âge ne doit pas dépasser deux ans.

*b.* La température extérieure doit être favorable, les fleurs abondantes au-dehors, et la colonie d'expérience sera avantageusement protégée du froid de la nuit par un dispositif convenable.

Ces impératifs placent la colonie dans une ambiance telle qu'elle doit envisager l'essaimage à plus ou moins longue échéance, puisque les conditions de cet essaimage se trouvent réalisées : augmentation de la température interne et abondance d'une population qui ne tardera pas à se trouver trop à l'étroit dans sa ruche. Enfin, prédominance des jeunes abeilles, et par conséquent des nourrices, indispensables à l'alimentation des larves royales, but qui est recherché.

Dans ces conditions, la colonie est à l'état d'équilibre assez instable. C'est à ce moment que l'apiculteur doit intervenir, pour remplacer un cadre de couvain par un autre contenant des cupules de cire (amorces artificielles de cellules royales). Ces cupules auront, au préalable, été greffées, c'est-à-dire pourvues de jeunes larves âgées de 12 à 36 h, les seules pouvant être prises en élevage royal.

Dès que le cadre en question est introduit dans la ruche, les cupules sont immédiatement transformées en ébauches de cellules, tandis que la colonie se maintient toujours en préparation d'essaimage, et sans que ce dernier se produise jamais au cours de la saison.

Les cellules ainsi obtenues contiennent une quantité relativement importante de gelée royale, pouvant atteindre, au deuxième jour, jusqu'à 350 et 400 mmg, alors qu'avec les autres procédés, on ne dépasse guère la moitié.

En résumé, il est possible d'obtenir la formation de cellules royales dans une ruche non orpheline et en présence de la reine, lorsque la population est nombreuse, composée en majorité de jeunes abeilles, et à température convenable.

On réunit ainsi toutes les conditions favorables à un essaimage, ces conditions pouvant se perpétuer pendant plusieurs semaines, sans jamais aboutir au départ de l'essaim, sous réserve d'introduire périodiquement dans la colonie un certain nombre de cupules contenant des larves d'âge convenable et de ne pas permettre l'éclosion de jeunes reines.

PSYCHOPHYSIOLOGIE. — *Sur l'existence de deux niveaux dans l'apprentissage de* Blatella germanica. Note (*) de M. **Michel Goustard**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

L'étude de la photocinèse de la Blatte montre que cet Insecte présente un comportement moteur dépendant des conditions de la photostimulation ([1]). L'objet de cette Note est l'analyse du parcours spatial, problème trop négligé dans la méthodologie des tropismes. De même que la photocinèse se modifie au cours des expériences répétées dans le temps, de même le trajet de l'animal dans le champ spatial subit des modifications : ce sont les modalités de ces modifications qui sont étudiées ici.

L'analyse du parcours de la Blatte est faite à l'aide du labyrinthe. Le dispositif expérimental est éclairé suivant les cas par une lampe déterminant un gradient lumineux, ou bien par un éclairage homogène; on obtient dans les deux types de photostimulation les phénomènes suivants : dans les plus faibles éclairements (au-dessous de 35 lx, au point maximum d'éclairement du champ spatial) comme dans les plus forts (jusqu'à 2 500 lx), la Blatte avance sur le labyrinthe, et présente un comportement qui consiste à entrer de moins en moins dans les culs-de-sac latéraux au fur et à mesure qu'elle progresse sur le labyrinthe. Un gradient de répartition des entrées dans les culs-de-sac, ou « erreurs » se manifeste quel que soit l'éclairement, que l'abri soit obscur ou non.

Ce premier type de réaction spatiale dépend de l'intensité de la photostimulation et de la contiguïté spatiale des éléments du champ; il peut être rapproché du comportement explorateur, mis en évidence chez beaucoup d'Insectes. Il garde le même aspect si l'on supprime la sensibilité des récepteurs antérieurs ou la sensibilité extra-oculaire. On ne peut rapprocher cette réaction du phénomène de photohorotaxie, car elle n'est pas modifiée par des changements dans la couleur des éléments du labyrinthe et du fond de la cuve sur laquelle celui-ci repose.

Un deuxième type de comportement apparaît si les deux conditions suivantes sont réunies : une certaine intensité de photostimulation (au-dessus de 35 lx) et la présence d'un abri obscur; au cours des expériences successives, on constate, outre la répartition « gradientielle » des erreurs, semblable à celle qu'on observe dans le premier type de réaction, une élimination des erreurs au cours des expériences. C'est principalement la contiguïté temporelle par rapport à l'abri obscur qui caractérise ce comportement. L'intégrité des récepteurs est nécessaire pour que l'apprentissage

(*) Séance du 18 octobre 1954.

([1]) *C. R. Soc. Biol.*, 144, 1950, p. 485.

spatio-temporel se manifeste : la suppression des yeux ou des ocelles le perturbe gravement.

Ces deux niveaux de comportement sont en étroite dépendance l'un de l'autre. Si, durant les premiers parcours de la Blatte sur le labyrinthe, on n'introduit pas d'abri obscur, seul le premier type d'apprentissage apparaît, mais on n'obtient pas d'élimination des erreurs jusqu'à ce qu'on ait introduit l'abri obscur; on constate alors une décroissance considérable et brusque des erreurs. Tout se passe comme si la Blatte avait enregistré de façon latente les parcours précédant l'introduction de l'abri obscur. Ces expériences se rapprochent de celles de Verron ([2]), et de celles qui, nombreuses, ont été effectuées sur les Vertébrés.

Ces expériences mettent en évidence les faits suivants :

1° la réaction spatiale de l'Insecte doit être étudiée au même titre que l'action de la photostimulation sur l'animal (tropisme, photocinèse).

2° nous trouvons, chez la Blatte, deux sortes de comportements dépendant de deux types différents de motivation. Le premier type de comportement est une première phase de l'apprentissage; il est en relation avec un niveau de motivation relativement bas; et, ainsi, demeure latent. L'introduction de la motivation par l'abri obscur (photonégativité de la Blatte) détermine seul l'apprentissage classique.

3° ces résultats ne sont pas sans valeur pour la psychophysiologie comparée et montrent l'importance de la motivation à chacun des niveaux de l'apprentissage. L'existence de l'apprentissage latent chez la Blatte, n'infirme pas la position de Hull ([3]), puisqu'une motivation se manifeste dès le premier niveau de l'apprentissage. Cependant l'existence de la contiguïté temporelle, au second niveau de l'apprentissage, donne à celui-ci une physionomie différenciant du type d'apprentissage qui se manifeste chez les Vertébrés, du moins de celui qui a été analysé par Hull.

PHYSIOLOGIE DES INSECTES. — *Présence d'histamine chez les Réduvidés hématophages.* Note de M. **François Pick**, présentée par M. Émile Roubaud.

L'Histamine a été décelée physiologiquement dans la salive, l'hémolymphe, le contenu rectal et le sang ingéré de diverses espèces de Réduvidés hématophages.

Les réactions cutanées passagères qui peuvent être provoquées chez l'Homme, par la piqûre des Réduvidés hématophages, sont généralement attribuées à des substances toxiques non définies injectées avec la salive de ces insectes.

---

([2]) *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1442.

([3]) *Principles of behavior*, 1943.

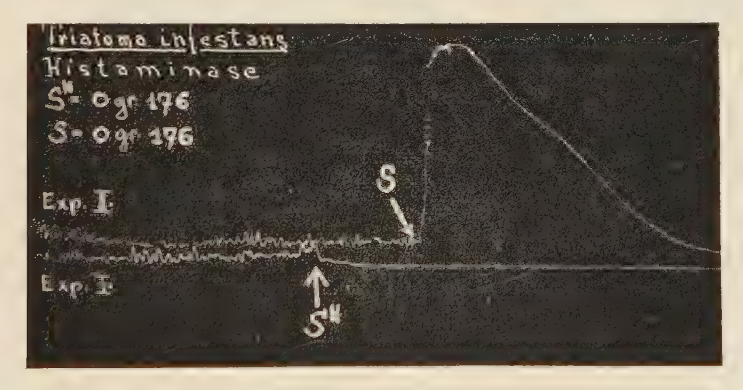
Or, l'apparition fréquemment observée, après les piqûres, d'un complexe cutané prurigineux passager, consistant en une vésicule entourée d'une zone érythémateuse, nous a paru superposable au Syndrome de *Lewis* (¹) qui est caractéristique d'une réaction histaminique. Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons mis en expérience des spécimens adultes des deux sexes de *Panstrongylus megistus* (Burmeister, 1835) Pinto, 1931; *Eutriatoma rubrovaria* (Blanchard in Blanchard et Brullé, 1843) Pinto, 1931; *Triatoma infestans* (Klug, 1834) Neiva, 1913; *T. brasiliensis* Neiva, 1911; *Rhodnius prolixus* Stal, 1859.

Nos premières recherches ont porté sur la présence chez ces Insectes d'histamine dans la salive, l'hémolymphe, le contenu rectal et le sang ingéré.

L'application de la technique de *G. S. Barsoum et J. H. Gaddum* (²) et de *C. F. Code* (³) n'a indiqué que la présence de très faibles quantités d'histamine, à peine décelables par les tests biologiques habituels.

Par contre, l'examen direct de ces différents prélèvements a relevé la présence de quantités appréciables d'une substance provoquant la contraction de la corne utérine chez la femelle cobaye vierge et de la partie terminale de l'iléon du cobaye jeune, ainsi que l'abaissement de la pression artérielle du chien. L'action de cette substance est abolie par les anti-histaminiques de synthèse et par l'histaminase (*voir* figure).

Des quantités correspondantes de sang frais mises en expérience, n'ont révélé aucune action histaminique.




Expériences sur la titration biologique de o g 352 de sang, prélevé dans l'intestin moyen d'une femelle de *Triatoma infestans*. — *Exp. I* : Incubation pendant 48 heures à 37° C de 0,176 g de sang dans une solution de Tyrode (2 cm³) en présence d'histaminase; $S^{II}$ : moment de l'addition de la solution, incubée à 13 cm³, d'une solution de Tyrode à 37° C baignant l'anse intestinale isolée d'un cobaye; *Exp. II* : Expérience témoin, portant sur l'incubation, pendant 48 heures à 37° C, de 0,176 g de sang en solution de Tyrode, (2 cm³) en absence d'histaminase; S : moment de l'addition de la solution incubée, à 13 cm³ d'une solution de Tyrode maintenue à 37° C, baignant l'anse intestinale isolée d'un cobaye, suivi d'une contraction brusque de l'intestin.

---

(¹) *The Blood Vessels of the Human Skin and their Responses*, London, 1927.
(²) *Journ. Physiology*, 85, 1935, p. 1.
(³) *Journ. Physiology*, 89, 1937, p. 257.

L'histamine a été décelée en quantité appréciable dans les déjections des Triatomes, ainsi que l'étude de l'action du contenu rectal sur l'intestin isolé du cobaye, en présence ou non de phénergan, nous a permis de le vérifier.

Comme confirmation de la présence d'histamine dans le contenu rectal (déjections) des Réduvidés hématophages, on pourrait rappeler les observations faites naguère par H. Galliard, L. C. Brumpt et R. Martinez ([4]). Ces auteurs ont signalé qu'après apposition de déjections de Triatomes sur des scarifications de la peau humaine, il se produit très rapidement une papule urticarienne entourée d'un cercle érythémateux de 5 à 6 cm de diamètre, réaction qui n'est pas spécifique et qui disparaît en quelques heures. En fait, cette observation nous paraît correspondre à l'élaboration d'un Syndrome de Lewis ([1]) par l'histamine contenue dans les déjections.

L'application locale des anti-histaminiques de synthèse, supprime rapidement le prurit provoqué par l'injection intradermique de la salive des Réduvidés hématophages, au moment des piqûres.

L'action histaminique de la salive, de l'hémolymphe, du contenu rectal et du sang ingéré étant indépendante de l'origine du sang prélevé par les Triatomes et les *Rhodnius*, rend vraisemblable que ces insectes peuvent élaborer une histidine-décarboxylase.

HISTOLOGIE. — *Les glandes neuro-sécrétrices des Pycnogonides*. Note de Mlle **Simone Sanchez**, présentée par M. Louis Fage.

Jusqu'à présent on n'avait jamais signalé de glandes neurosécrétrices chez les Pycnogonides. Cependant Morgan ([1]) parle d'organes ventraux chez les *Nymphon*. Dans les travaux de Dogiel ([2]) on note la description, chez *Nymphon strömi*, de formations particulières, les « Ventralorgane », accolées aux ganglions de la chaîne nerveuse. D'après ce dernier auteur chacun de ces organes serait formé par un amas de téloblastes qui, pénétrant dans le ganglion nerveux, permettrait la croissance de celui-ci. Morgan pense au contraire que les « organes ventraux » sont une invagination de la surface du ganglion. Ces organes n'ont été signalés que dans le seul genre *Nymphon*.

Au cours de l'étude du développement larvaire que nous avons faite de *Nymphon gracile* Leach, *Achelia echinata* Hodge, *Endeis spinosa* Montagu, nous avons retrouvé chez ces mêmes espèces, les formations cellulaires sommairement décrites par les auteurs précités. Ces formations ne

---

([4]) *Bull. Soc. Path. exot.*, 43, 1950, p. 204.

([1]) *Stud. Biol. Labor. John Hopkins Univers*, 5, 1891.

([2]) *Zeits. f. wiss. zool.*, 107, 1913.

sont visibles sous la forme décrite que chez les larves. L'évolution ontogénique en modifie la morphologie au point qu'on les discerne difficilement chez l'adulte. Il est possible cependant d'y distinguer les éléments cellulaires des glandes neuro-sécrétrices des cellules nerveuses.

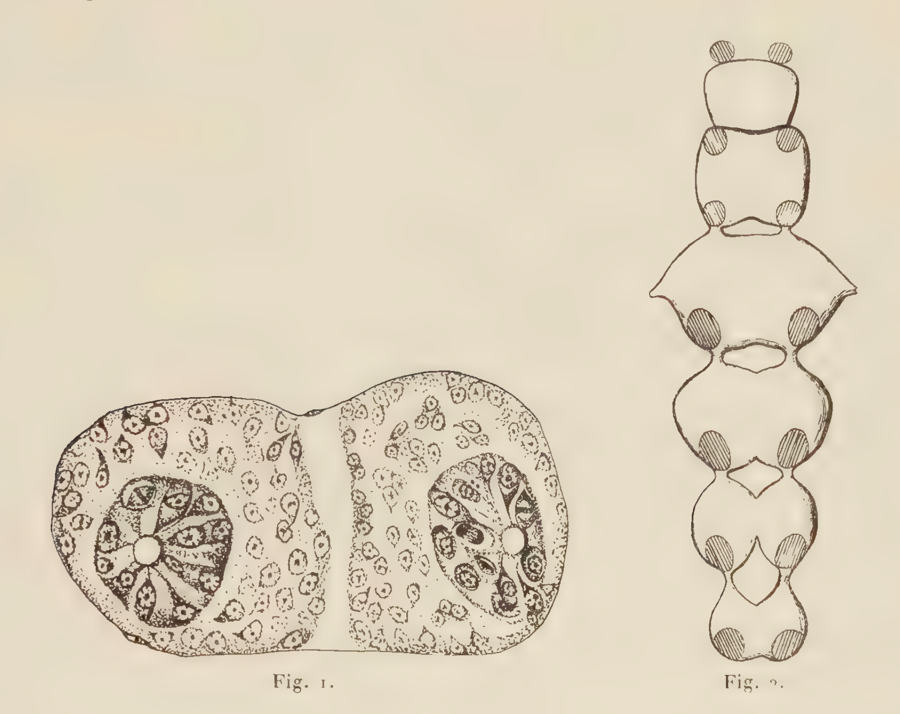


Fig. 1. Fig. 2.

Ces organes sont constitués par des amas de cellules disposées radiairement autour d'une cavité centrale, quelquefois très réduite (*fig.* 1) ou même nulle. Les cellules qui les constituent sont caractérisées par une activité mitotique intense. Nous reviendrons sur l'histologie qui présente des variations intéressantes en rapport avec les genres considérés. Dans la cavité centrale et dans les espaces inter-cellulaires de ces formations, on peut observer quelques grains de sécrétions.

Morphologiquement et histologiquement ces organes vraisemblablement glandulaires, sont tout à fait comparables aux *Corpora allata* des *Phasmes* décrits par Cazal ([3]).

Mais contrairement aux corps allates des Insectes qui sont généralement au nombre de deux et situés à proximité du cerveau, les glandes des Pycnogonides sont accolées à la face ventrale de chaque masse ganglionnaire de la chaîne nerveuse. Il y a donc, parallèlement à la chaîne nerveuse, une double chaîne glandulaire (*fig.* 2). Le ganglion sous-œsophagien formé par la réunion de deux ganglions, en possède quatre. Nous nous

([3]) *Bull. Biol. de France et de Belgique*, suppl. 32, 1948.

proposons dans un travail plus important, en rapport avec l'étude embryologique que nous faisons, de revenir sur ce sujet qui mérite une étude plus approfondie.

ZOOLOGIE. — *Stades larvaires d'*Aristeomorpha foliacea (*Risso*) *et* Aristeus antennatus (*Risso*), *Décapodes Pénéides*. Note de M<sup>me</sup> **Jeanne Heldt**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'auteur décrit quatre formes larvaires d'*Aristeomorpha foliacea* (Risso) et quatre d'*Aristeus antennatus* (Risso), espèces dont le développement était jusqu'ici totalement inconnu. Ses indications permettent une comparaison avec les formes *Protozoé* et *Mysis* correspondantes des autres Pénéides.

Sur les huit Pénéides signalés en Méditerranée occidentale, *Aristeomorpha foliacea* (Risso) et *Aristeus antennatus* (Risso) sont les seuls dont le développement est resté jusqu'ici complètement inconnu.

La présente Note, comblant en partie cette lacune, décrit quatre formes larvaires d'*Aristeormorpha* : dernier Nauplius, Protozoés 2 et 3, Mysis 1; et quatre d'*Aristeus* : Protozés 1, 2 et 3 et Mysis 1, ce qui permet de définir, pour ces espèces, les caractères de la Protozoé et de la Mysis.

Ces larves ont été récoltées au S. et SW. de Majorque, en août et septembre derniers, au-dessus des fonds où la pêche de ces crevettes était pratiquée industriellement par les chalutiers de Palma, aux profondeurs de 600 à 700 mètres.

Aristeomorpha foliacea. — *a. Dernier Nauplius.* — Longueur 0,80 mm dont 0,35 pour la carapace. Furca à 6 + 6 soies. A-1 plus grand que A-2. Maxilles et Maxillipèdes 1-2 libres mais étroitement appliqués contre l'abdomen. La constitution de la mandibule permet d'affirmer que le sujet est au dernier stade de la phase Nauplius.

*b. Protozoé* 2. — L = 1,9 mm. Carapace en poire. Rostre long, mince, s'élargissant progressivement à la base pour former une sorte d'auvent triangulaire surplombant la partie antérieure du corps. Furca à branches larges, épaisses; échancrure peu profonde, d'où aspect trapu caractéristique. Allongés vers l'avant A-1 et A-2 se terminent sensiblement au même niveau, ou bien A-1 dépasse A-2.Mxp-3 existe, rudimentaire, biramé, avec de longues soies.

*c. Protozoé* 3. — L = 3 mm ; carapace, 1 mm. L'auvent se trouve mieux individualisé ; 2 petites épines dirigées antérieurement s'en détachent un peu en avant des pédoncules oculaires. Aucune épine aux segments 1 à 5 de l'abdomen ; 2 fortes épines latérales au bord postérieur du 6<sup>e</sup> segment. Furca courte aux branches épaisses. Appendices thoraciques en nombre réduit : les 2 dernières paires de péréiopodes n'existent pas. Les uropodes sont longs, l'exopodite, plus grand que l'endopodite, peut atteindre l'insertion de la soie latérale externe de la furca.

*d. Mysis* 1. — L = 4,25 mm. A la carapace, une épine supra-orbitaire. Le rostre, long, se continue en arrière par une faible crête soulignée par deux épines, l'une au 1/3 antérieur de la carapace, l'autre en avant des épines supra-orbitaire. Les segments 1-5 de l'abdomen sans épine ; le 6<sup>e</sup> en porte 6, juste avant l'insertion du telson : 1 petite médio-dorsale, 1 forte

médio-ventrale et 2 latérales. Mxp-3 et les trois premiers péréiopodes ont leurs exopodites bien développés ; il n'y a pas d'indication de pince aux P-1, P-2 et P-3. Les P-4 et P-5 sont rudimentaires, biramés. Aux uropodes, très longs, l'exopodite dépasse le telson. Celui-ci, faiblement échancré au bord postérieur, porte 8 fortes épines à chaque lobe et 2 sur son bord latéral, la proximale se situant au 1/3 postérieur.

ARISTEUS ANTENNATUS. — *a. Protozoé* 1. L = 1,55 mm en fin de stade. Carapace arrondie portant des organes frontaux. A-1 plus petit que A-2. Mxp-3, rudimentaires, biramés, à endopodite très court et exopodite à 3 soies.

*b. Protozoé* 2. — L = 1,90 mm. Aspect grêle. Carapace en ovale peu allongé, rostre long et mince se détachant nettement du corps : il n'y a pas d'auvent. A-1 toujours plus court que A-2. La furca a des branches moins épaisses que celles d'*Aristeomorpha* et l'échancrure est plus profonde.

*c. Protozoé* 3. — L = 2,85 mm. Carapace (0,80 mm) munie d'un rostre long flanqué de 2 grandes épines supra-orbitaires qui recouvrent par leur base une partie du pédoncule oculaire. Segments 1-5 de l'abdomen sans épine ; au 6^e^ 1 épine latérale au niveau de l'insertion des uropodes. Mxp-3, P-1, P-2 et P-3 rudimentaires. P-4 et P-5 n'existent pas. Uropodes très courts n'atteignant pas le fond de l'échancrure de la furca.

*d. Mysis* 1. — L = 2,95 mm sitôt après la mue. Carapace à rostre long incurvé vers le bas avec en arrière une carène forte mais courte. Présence de deux grosses épines supra-orbitaires et de deux épines ptérygostoniennes. Pas d'épine hépatique. Segments 1-5 de l'abdomen sans épine. Le 6^e^ porte, postérieurement une épine ventrale et, de chaque côté, deux latérales. Telson à échancrure profonde dont les bords distaux se rapprochent, avec, à chaque branche, une épine latérale, interne 6 terminales et une latérale externe insérée au 1/3 postérieur.

Les larves étudiées d'*Aristeomorpha* et d'*Aristeus* montrent ainsi des caractères communs : aux Protozoés 1 et 2, présence de Mxp-3; à la Protozoé 3, absence d'épine aux segments 1-5 de l'abdomen, absence de P-4 et P-5; à la Mysis 1, absence d'épine aux segments 1-5 de l'abdomen, P-4 et P-5 rudimentaires.

Elle se différencient par la taille, l'allure, les épines et la forme de la carapace, de la furca ou du telson, la longueur des uropodes. Mais c'est surtout la pigmentation qui pemet de distinguer immédiatement les deux espèces : *Aristeus* a une coloration rouge clair peu intense, *Aristeomorpha* une coloration rouge ponceau beaucoup plus forte marquant particulièrement la furca ou le telson et les uropodes.

Comparées aux formes larvaires des autres Pénéides, celles d'*Aristeomorpha* et d'*Aristeus* sont parmi les plus grandes. Il n'est que *Solenocera* pour les dépasser. Mxp-3, dont la présence a été constatée aux Protozoés 1 et 2, manque aux stades correspondants chez les cinq espèces du genre *Penæus* étudiés à ce jour et chez *Trachypenæus constrictus*. Mais les caractères les plus frappants qui opposent la Protozoé 3 d'*Aristeomorpha* et d'*Aristeus* à toutes les autres jusqu'ici connues sont : absence totale d'épines aux segments 1-5 de l'abdomen, absence des péréiopodes 4 et 5. Ces caractères distinctifs se maintiennent chez la première Mysis où les deux dernières paires de pattes sont encore très rudimentaires.

Différents auteurs (Monticelli et Lo Bianco 1902-1903, Stephensen 1923, Gurney 1924, Burkenroad 1936) ont rapporté à *Aristeus* ou *Aristeomorpha* des formes larvaires trouvées dans le plancton. Les précisions qu'apporte notre étude permettent de relever l'inexactitude de toutes leurs hypothèses.

ZOOLOGIE. — *Deux cas de parthénogenèse chez les Éphéméroptères* : Siphlonurus æstivalis *Eat et* Centroptilum luteolum *Müll.* Note (*) de M. **Charles Degrange**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Le premier cas de parthénogenèse signalé chez les Éphémères concernait l'espèce *Ameletus ludens* Needhm. C'est en 1905 que Clemens vérifia par des expériences précises la supposition de Morgan, à savoir que l'absence de mâles chez *Ameletus ludens* Needhm. devait entraîner une reproduction par parthénogenèse, démontrant ainsi la réalité de ce phénomène. Mais par la suite, le mâle d'*Ameletus ludens* Needhm fut découvert et décrit par Needham.

Pour d'autres espèces nord-américaines également, en particulier *Ephemerella rotunda* Morg., l'absence ou la rareté des mâles fit admettre la possibilité d'une reproduction sans fécondation.

Gros (1923), signalait le développement d'œufs extraits d'un subimago femelle de *Torleya belgica* Lest. sans toutefois pouvoir affirmer l'absence de fécondation.

Tout dernièrement Verrier (1954), à propos de pontes aberrantes chez les Éphémères, émettait l'hypothèse d'une reproduction parthénogénétique pour certaines espèces; un cas de parthénogenèse aurait été observé par G. Zerega-Fombona, mais non encore publié, chez *Caenis horaria* L.

Au cours d'études entreprises sur les Éphémères du Sud-Est de la France nous avons réussi à provoquer la ponte de femelles non fécondées appartenant à différents genres, généralisant ainsi l'observation de Grandi (1947) qui avait noté la déposition d'œufs chez des femelles non accouplées d'*Oligoneuriella rhenana* Imh.

L'examen de telles pontes nous a permis de découvrir deux cas de parthénogenèse dans deux genres d'Éphémères : *Siphlonurus æstivalis* Eat; et *Centroptilum luteolum* Müll.

Dans les deux cas, tous les imagos femelles utilisés provenaient de l'élevage de nymphes femelles âgées. Il est possible en effet de distinguer à un stade nymphal avancé les futures femelles des mâles, ces derniers étant reconnaissables à leurs genitalia. Les nymphes femelles rigoureusement isolées ont fourni des subimagos, puis des imagos qui ont été placés, après un temps variable, selon l'espèce, à la surface de l'eau, pour que la ponte se produise.

---

(*) Séance du 18 octobre 1954.

Des pontes de *Siphlonurus æstivalis* Eat., obtenues dans ces conditions au début de mai 1953, montraient fin septembre des embryons en développement et les premières éclosions débutaient à la mi-octobre pour se poursuivre jusqu'à la fin du mois. A noter qu'un développement avec diapause et de durée analogue, cinq mois environ, a été signalé pour *Ameletus ludens* Needhm. qui appartient également au groupe Siphlonuridien.

De même, des pontes provoquées de *Centroptilum luteolum* Müll., mises en incubation fin mars 1954, nous ont fourni au début de mai de nombreuses larvules et les éclosions ont continué pendant tout un mois.

L'absence ou la rareté des mâles ne peuvent donc plus être prises comme seuls critères de possibilité de parthénogenèse. En effet, si, pour *Siphlonurus æstivalis* Eat., le nombre des mâles trouvés dans les stations alpines semble très inférieur à celui des femelles, nous avons capturé par contre en proportions égales des individus des deux sexes de *Centroptilum luteolum* Müll.

La durée des éclosions d'une seule ponte non fécondée est particulièrement longue : 15 jours dans un cas (*Siphlonurus æstivalis* Eat.), un mois dans l'autre (*Centroptilum luteolum* Müll.); alors que, dans le développement normal des Éphémères, toutes les larvules d'une même ponte s'échappent des œufs en quelques heures.

L'étude des pontes provoquées, que nous poursuivons chez de nombreux genres d'Éphémères, semble permettre de penser que la parthénogenèse représente dans cet Ordre un mode de reproduction soit normal, soit accessoire mais particulier à certaines espèces.

BIOLOGIE. — *La périodicité sexuelle et les variations des genitalia femelles chez un Prosimien malgache*, Cheirogaleus major (*E. Geoffroy*). Note (*) de Mme **Arlette Petter-Rousseaux**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

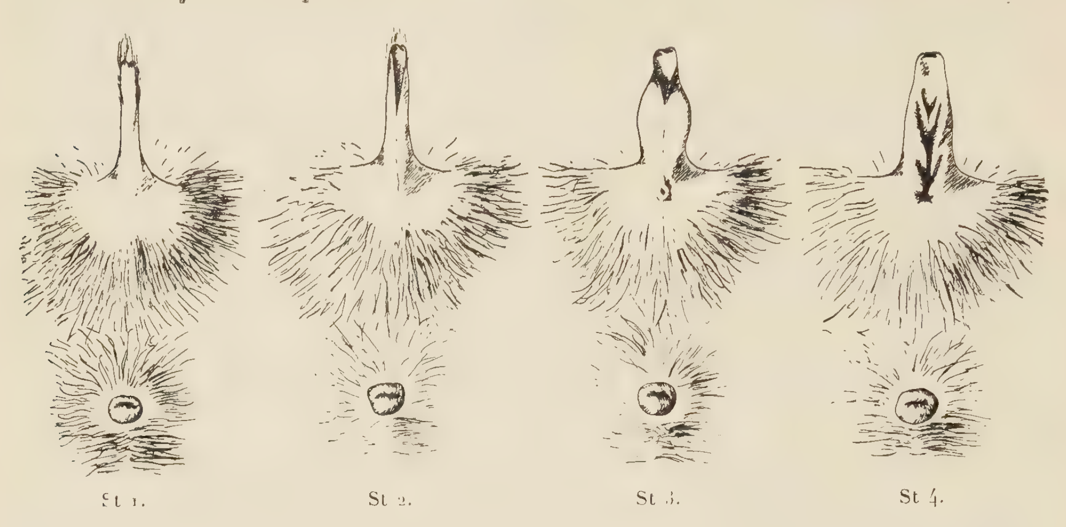
Les genitalia des Lémuriens, en particulier des Cheirogaleinæ, n'ont encore été que très peu étudiés. Chez *Cheirogaleus major* (E. Geoffroy), Pehrson (1) signale l'existence d'un clitoris allongé pourvu d'une ouverture entre les lèvres de laquelle débouchent l'urèthre et le vagin. Il n'indique aucune variation de cet organe, mais seulement une différence entre l'adulte et le jeune, chez lequel les deux lèvres sont soudées, recouvrant l'orifice urinaire et l'ouverture vaginale; à ce stade, la ressemblance avec un pénis est donc accentuée par le fait qu'il n'y a qu'une petite ouverture à l'extrémité du clitoris.

Nous avons pu, depuis mars 1953, effectuer des observations fréquentes

(*) Séance du 18 octobre 1954.

(1) T. Pehrson, *Anatomischer Anzeiger*, 46, 1914, p. 161-179.

sur deux femelles de *Cheirogaleus major* en captivité. Ces observations ont révélé d'importantes modifications périodiques de leur appareil génital externe de juin à septembre, comme en témoignent les figures ci-jointes.




D'octobre à juin, aucun changement n'a été observé, et les genitalia présentent l'aspect de la figure St 1. Elles commencent à se modifier au début de juin. L'ouverture de l'extrémité du clitoris s'allonge sur sa face ventrale jusqu'à mi-longueur environ de cet organe (*fig.* St 2). Puis le clitoris se gonfle, atteignant environ trois fois son volume initial; la peau, qui était blanche, devient rosée. Sur la face ventrale, un très léger bourrelet se dessine, en continuation de l'ouverture jusqu'à la base du clitoris où il forme une petite protubérance; le centre de cette protubérance se creuse progressivement jusqu'à former un véritable orifice vaginal (*fig.* St 3). La partie comprise entre les deux ouvertures va s'ouvrir à son tour, la face ventrale du clitoris étant alors fendue sur toute sa longueur; en écartant les lèvres, on peut distinguer à mi-longueur l'orifice urinaire (*fig.* St 4).

A partir de ce stade, le clitoris ne cesse pas de diminuer de volume, tout en restant entièrement ouvert. Il reprend alors peu à peu ses dimensions et sa teinte primitive, puis les bords de l'ouverture se rapprochent et se ressoudent rapidement à partir de la base. Entre chaque cycle estival, cette soudure n'atteint jamais l'extrémité du clitoris comme pendant le repos hivernal, mais intéresse seulement la moitié de la longueur de l'organe (*fig.* St 2).

Les deux femelles que nous avons observées jusqu'ici ont présenté les modifications ci-dessus décrites de leurs génitalia, avec une périodicité régulière pendant les étés 1953 et 1954. Chaque cycle dura 25 jours environ, la seconde femelle étant passée par exemple par le stade III le 11 juin et le 5 juillet, et par le stade IV le 16 juin et le 10 juillet. Parallèlement,

nous avons noté une variation synchrone des frottis vaginaux : avant le stade III, les leucocytes abondent, puis ils se raréfient, disparaissent au stade IV, tandis que l'on observe une abondance de cellules cornées.

BIOLOGIE. — *Données sur le cycle évolutif de* Diplostomulum phoxini (*Faust*, 1918). (Trematoda, Diplostomidæ). Note de M[lles] **Lucie Arvy** et **Alice Buttner**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

*Limnæa auricularia* L. héberge des sporocystes filiformes générateurs de furcocercaires qui, mises au contact de *Phoxinus lævis* Ag., pénètrent, en quelques minutes; 48 heures plus tard, on les retrouve dans le cerveau, où elles évoluent en *Diplostomulum*; la métamorphose est complète en 28 jours. L'ingestion par *Anas* de vairons infestés permet d'obtenir, en 4 à 6 jours, des *Diplostomum phoxini* ovigères.

La découverte d'une forte infestation due à *Diplostomulum phoxini* (Faust, 1918), dans le cerveau de *Phoxinus lævis* Ag., originaires de Seine-et-Oise, nous a incitées à rechercher l'évolution de cet Holostome. Observé pour la première fois par Matare ([1]), en 1910, ce parasite a été dénommé par Faust ([2]) (1918) *Tetracotyle phoxini* et Hughes ([3]), en 1929, en a fait un *Diplostomulum* ; il n'est connu qu'à ce stade.

*Cycle expérimental.* — Les vairons infestés provenaient de cressonnières de la région d'Étampes (Châlo-Saint-Mars et Méréville), alimentées par deux rivières, la Chalouette et la Juine. Un troisième gîte a été découvert au « Moulin de Thuet », dans la rivière la Veude, aux confins du Domaine Universitaire de Richelieu (Indre-et-Loire). Tous les vairons en provenance de ces gîtes étaient parasités.

Sur 13 espèces de Gastropodes récoltées dans ces biotopes, une seule, *Limnæa auricularia* L. hébergeait la furcocercaire de *D. phoxini*. Le taux d'infestation naturelle était de 4 à 5 % dans la Veude. Les cercaires naissent dans des sporocystes; leur taux d'émission quotidien atteint 5 à 600 par limnée ; il est peu influencé par la température.

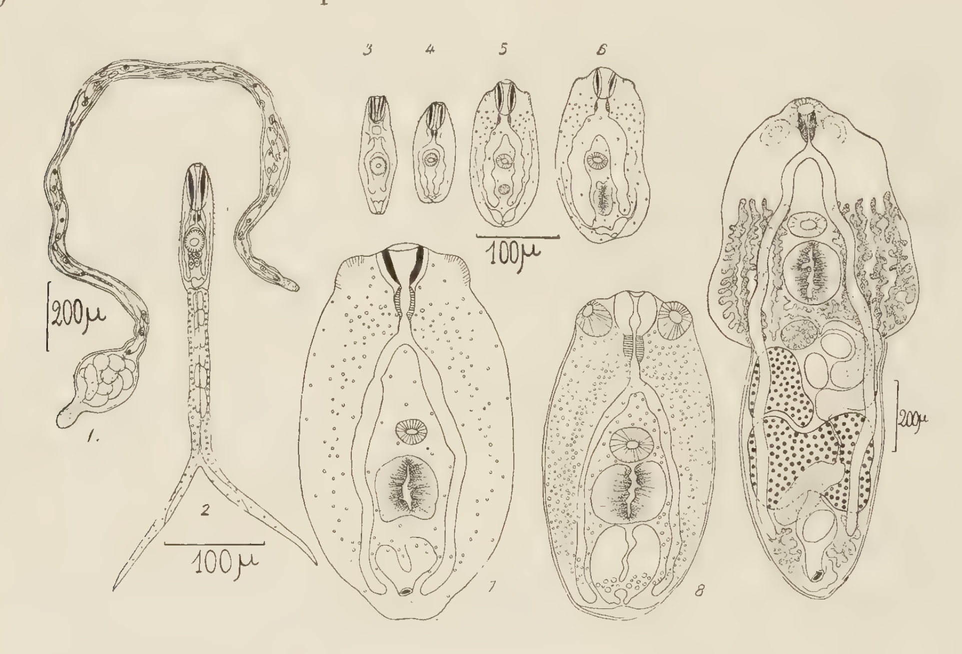
Les cercaires sont attirées électivement par *Phoxinus lævis*; 12 heures après l'infestation, on retrouve de multiples petits vers très actifs dans l'encéphale. La croissance et la métamorphose ne s'amorcent qu'au 7[e] jour (*fig.* 4), pour suivre ensuite une progression remarquable jusqu'au 28[e] jour (*fig.* 5, 6, 7). La taille dépasse alors notablement celle du *Diplostomulum* mûr, mais la cuticule reste mince, la mobilité presque nulle. Le développement s'achève par une régression de la taille et un épaississement de la cuticule (*fig.* 8). Sous cette forme, le ver, très agile, est infestant pour l'hôte définitif.

([1]) *Z. wis. Zoologie*, 94, 1910, p. 488-540.

([2]) *J. Parasitol.*, 5, 1918, p. 69-79.

([3]) *Occasional papers. Inus. Zool. Ann. Arbor*, n° 202, juin, 1929.

Ce dernier étant inconnu dans la nature, deux espèces de canards (*Anas boschas* L. et *Cairina moschata* L., *var. domestica*) ont été choisies comme hôtes expérimentaux; l'ingestion par 7 canards, âgés de 2 à 8 semaines, de 2 à 19 vairons infestés nous a permis de retrouver dans l'intestin grêle, après 4 à




6 jours, des vers adultes en proportion variable suivant l'âge de l'hôte. Un jeune *Anas* de 15 jours, ayant absorbé 13 vairons de la Veude (soit environ 3500 vers), présentait, 5 jours plus tard, près de 3000 adultes dans le grêle et d'innombrables œufs dans les selles. Ces œufs, non embryonnés, se sont segmentés dans l'eau, sans parvenir toutefois jusqu'au miracidium.

Formes évolutives. — *Sporocystes* (*fig.* 1) : blancs, filamenteux et noduleux, assez mobiles, formant une masse enchevêtrée, fixée sur le tube digestif, les glandes génitale et digestive; contiennent plusieurs cercaires mûres.

*Furcocercaires* (*fig.* 2) : nagent rapidement, puis s'immobilisent brusquement, la tête en bas, les furcas écartées. Cuticule spinulée jusqu'à mi-corps; épines antérieures plus denses et plus robustes. Dim. moyennes en $\mu$ : Corps, 125×35; Tronc caudal, 180×20; Furca, 150; Entonnoir oral, 50×20; V. O., 20×20; Pharynx, 12×12; V. V., 25×25 (couronne interne d'environ 28 longues épines, épaissies à la base); Œsophage court, cæca atteignant presque l'extrémité du corps; quatre glandes de pénétration post-acétabulaires; vessie petite, deux canaux excréteurs latéraux et un canal axial dans le tronc caudal; de part et d'autre de ce canal, six paires de grandes cellules.

*Formes du cerveau*, *Diplostomulum* (*fig.* 3, 4, 5, 6, 7, 8) : Dim. moyennes, en $\mu$ : 48 h : 130×50; 7 jours : 120×70; 13 j. : 180×80 (ébauches d'auricules et d'organe tribocytique); 18 j. : 210×110; 28 j. : 560×260; *Diplostomulum mûr* : 400×210.

*Adultes* (*fig.* 9 : Dim. moyennes, en $\mu$ : Taille, 1420×600; Seg. ant., 700×600; Seg. post. 720×200; V. O., 70×80; Pharynx, 70×45; V. V., 80×90; Org. tribocyt., 180×160 (parfois pédiculé); Ovaire, 75×110; Test. ant., 220×190; Test. post., 360×300;

OEufs, 93×70; Cæca dépassant le bord postérieur du dernier testicule; Vitel. répartis de part et d'autre de l'org. tribocyt. jusqu'au bord antérieur de la V. V., descendant latéralement jusqu'à l'extrémité du seg. post.

*Discussion.* — Le nom de ce Diplostome est dû à Faust ([2]) qui, en 1918, a le premier désigné spécifiquement la forme métacercaire qui lui correspond. Morphologiquement, il s'apparente étroitement à *D. baeri* Dubois, 1937, parasite de Stercoraires, et à *D. mahonæ* Dubois, 1953, trouvé dans l'intestin d'*Uria aalge* (Pont.). Mais, d'une part, ce dernier hôte ne peut être incriminé dans notre cas, car il est exclusivement marin; d'autre part, les Stercoraires ne seraient que des hôtes accidentels de nos gîtes dulcaquicoles, ce qui expliquerait difficilement l'intensité et la permanence d'infestation des hôtes intermédiaires. La furcocercaire appartient au groupe bien défini des cercaires possédant quatre cellules de pénétration post-acétabulaires, qui commencent leur évolution chez des Pulmonés et la terminent dans la cavité céphalique des Poissons. Cependant, à notre connaissance, elle diffère, par plusieurs caractères de toutes les cercaires décrites à ce jour.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur le mécanisme d'infestation des Copépodes par les cercaires de Trématodes Hémiuroïdes. Variations suivant les espèces.* Note ([*]) de MM. **Alain G. Chabaud** et **Jean Biguet**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Le Copépode *Poppella guernei* Richard récolté dans un canal artificiel d'eau saumâtre ([1]), près de l'Étang-du-Canet (Pyrénées-Orientales), est fréquemment infesté par une métacercaire progénétique. La morphologie de la métacercaire correspond à celle d'un Trématode adulte : *Bunocotyle cingulata* Odh.

La cercaire correspondante, obtenue chez le Mollusque *Hydrobia stagnalis* est une cercaire cystophore : la queue comporte une dilatation proximale, qui se creuse en une chambre caudale, dans laquelle entrent secondairement, et s'enclosent, d'une part le corps de la cercaire, et d'autre part une formation particulière nommée tube éjecteur. Au contact du Copépode, deuxième hôte intermédiaire, le tube éjecteur s'évagine, et le corps de la cercaire emprunte le canal fourni par la lumière du tube éjecteur pour sortir, en se libérant de toutes ses annexes.

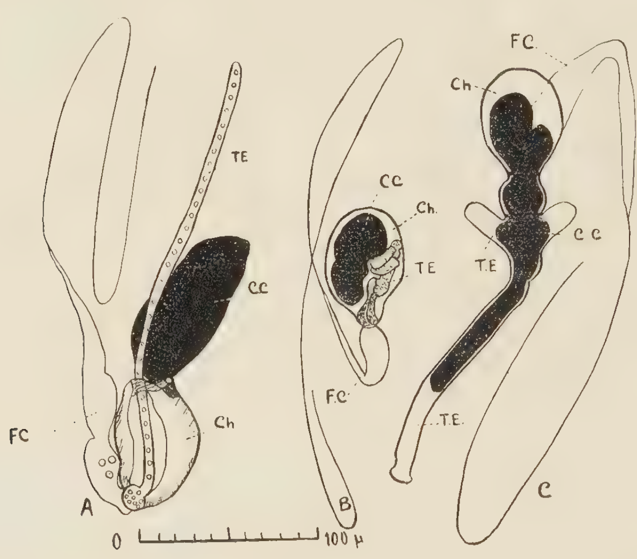
Le détail du mécanisme d'infestation du Crustacé semble montrer des différences très curieuses suivant les espèces. Le maximum de complexité est atteint chez *Halipegus occidualis*, étudié par Krull ([2]). Le tube éjecteur,

([*]) Séance du 18 octobre 1954.

([1]) Le gîte est désigné sous le nom de « station 101 » dans les recherches effectuées par le Laboratoire Arago.

([2]) *Amer. Midland Natur.*, 16, 1935, p. 129.

en se détendant dans la bouche du Copépode, semble perforer la paroi digestive et inoculer directement le Trématode dans la cavité générale. (L'apex du tube est pourvu de granulations particulières.) Le mécanisme ne peut fonctionner efficacement que chez des Copépodes de petite taille. Dans certains cas, et toujours chez des Copépodes de grande taille, le corps de la cercaire se trouve projeté dans la lumière intestinale, et ne peut parvenir ultérieurement à traverser la paroi digestive; elle est alors rejetée avec les excréments. M. Rothschild [3] confirme le fait, dans le cas de *Cercaria sinitzini* Roths.




*Cercaria : Bunocotyle cingulata* Odhner 1928. — A, chez le Mollusque : le corps de la cercaire et le tube éjecteur ne sont pas encore entrés dans la chambre caudale; B, cercaire mûre émise par le Mollusque. Corps de la cercaire et tube éjecteur enfermés dans la chambre caudale; C, Éclosion chez le Copépode. La chambre caudale reste externe; le tube éjecteur s'évagine dans la bouche du Copépode et le corps de la cercaire passe à travers. C. C. : Corps de la cercaire. Ch : Chambre caudale. F. C. : Filament caudal. T. E. : Tube éjecteur.

L'observation faite avec la cercaire de *Bunocotyle* diffère légèrement des précédentes. La cercaire n'est jamais complètement ingérée par le *Poppella*. La chambre caudale fait toujours saillie hors de la bouche, et sous l'action des pièces masticatrices du Copépode, le tube éjecteur s'évagine seul dans la cavité buccale. Le corps de la cercaire, extraordinairement comprimé par le petit diamètre du tube éjecteur (à peine distendu sous son passage), se trouve projeté sous un état véritablement filiforme contre la paroi digestive; il pénètre instantanément dans la région céphalique de la cavité générale; nous n'en avons jamais vu qui soient libres dans l'intestin. La chambre et ses annexes se dégagent et retombent dans l'eau beaucoup

(3) *The Royal Soc., London. Conversazione*, 22-6-1938, p. 15.

plus tardivement. Bien que nous ne puissions pas l'affirmer absolument, car le phénomène s'effectue très rapidement, nous ne pensons pas que, dans notre cas, le tube éjecteur perfore la paroi digestive du Copépode. La partie apicale du tube n'est d'ailleurs renforcée par aucune formation particulière. Nous supposons que l'état filiforme du ver et la pression qui le pousse contre la paroi digestive suffisent à assurer sa pénétration dans la cavité générale.

Thomas [4], chez *Halipegus eccentricus*, et Rankin [5], chez *H. amherstensis*, observent des phénomènes très différents. Chez ces espèces, le tube s'évagine également, mais cette fois hors de la bouche du Copépode. Le corps de la cercaire n'est pas inoculé dans la cavité générale; une partie des parasites parcourt le tube digestif sans parvenir dans la cavité générale et se trouve perdue mais un certain pourcentage perfore la paroi intestinale et gagne la cavité générale par ses propres moyens.

En conclusion, nous avons ici un phénomène d'adaptation parasitaire très complexe, d'une extraordinaire précision chez certaines espèces, et qui, chez d'autres espèces voisines, fonctionne à vide, tout en permettant pourtant la conservation du parasite. Les espèces actuellement étudiées sont zoologiquement proches les unes des autres (*Hemiuroïdea*, R. Ph. Dollfus), et il n'est pas possible de les sérier phylétiquement, ce qui aurait pu donner un argument en faveur soit d'une adaptation progressive à un mécanisme complexe, soit d'un phénomène primitif en cours de dégradation.

CHIMIE PHARMACOLOGIQUE. — *Sur les diiodures d'arylène* bis-*carbamoylcholines*. Note de MM. **Raymond Delaby**, **Pierre Chabrier**, **René Giudicelli**, **Henry Najer** et **Pierre-André Delaby**, présentée par M. Marcel Delépine.

Bon nombre de diiodures de *bis*-carbamoylcholines aliphatiques furent étudiés des points de vue chimique [1] et pharmacologique [2]. Ils se rattachent à la structure

$$I(CH_3)_3N-CH_2-CH_2-O-CO-A-CO-O-CH_2-CH_2-N(CH_3)_3I,$$

le motif central A étant

$$\underset{(I)}{-NH-(CH_2)_n-NH-} \qquad \underset{(II)}{-NH-CHR-NH-} \qquad \underset{(III)}{-(CH_3)N-CO-(CH_2)_n-CO-N(CH_3)-}$$

---

(4) *J. Parasit.*, 25, 1939, p. 207.

(5) *Trans. Amer. Microsc. Soc.*, 63, 1934, p. 149.

(1) R. Delaby, P. Chabrier et H. Najer, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 2374; 235, 1952, p. 376; 236, 1953, p. 612.

(2) J. Cheymol, R. Delaby, P. Chabrier, H. Najer et F. Bourillet, *Arch. int. pharmacodyn.*, 98, 1954, p. 161-181.

Poursuivant nos recherches sur l'activité curarisante, nous avons entrepris la synthèse de composés analogues en série aromatique, dans lesquels ce motif est alors

$$—NH—Ar—NH—$$
(IV)

Ar représentant un radical phénylène, toluylène on naphtalylène.

L'application de la méthode qui nous avait si facilement permis d'accéder aux composés acycliques (I) aurait pu donner en un premier temps le diol, suivant la réaction

$$2\,\begin{matrix}CH_2—O\\ CH_2—O\end{matrix}\!\!>\!CO + Ar\!<\!\begin{matrix}NH_2\\ NH_2\end{matrix} \rightarrow Ar\!<\!\begin{matrix}NH—CO—O—CH_2—CH_2OH\\ NH—CO—O—CH_2—CH_2OH\end{matrix}$$

Or, si le carbonate de glycol s'additionne facilement aux amines et diamines acycliques, il est, dans les mêmes conditions, sans action sur les amines et diamines aromatiques.

Mais, en substituant au carbonate de glycol du chlorocarbonate de β-chloréthyle ([3]), nous avons obtenu directement l'arylène *bis*-carbamate de β-chloréthyle (V) :

$$2\,Ar\!<\!\begin{matrix}NH_2\\ NH_2\end{matrix} + 2\,Cl—COO—CH_2—CH_2Cl$$
$$\rightarrow Ar\!<\!\begin{matrix}NH—COO—CH_2—CH_2Cl\\ NH—COO—CH_2—CH_2Cl\end{matrix} + Ar\!<\!\begin{matrix}NH_2\\ NH_2\end{matrix}\,2\,ClH$$
(V)

La suite de la synthèse des diiodures IV est identique à celle décrite pour les composés aliphatiques : le dérivé chloré (V) est transformé en composé iodé correspondant (VI) par ébullition prolongée dans l'acétone avec un excès d'iodure de sodium anhydre. (Cette substitution n'a pas pu être réalisée dans le seul cas du naphtalène *bis*-(carbamate de β-chloréthyle)1.5 insoluble dans l'acétone).

Enfin, l'addition de triméthylamine à (VI) au sein de l'acétone à froid conduit aux iodures d'ammoniums quaternaires (IV). Ci-après les points de fusion de quelques dérivés de cette série :

| $Ar<^{NH_2}_{NH_2}$ | $C_6H_4<^{NH_2\,(1)}_{NH_2\,(2)}$ | $C_6H_4<^{NH_2\,(1)}_{NH_2\,(3)}$ | $C_6H_4<^{NH_2\,(1)}_{NH_2\,(4)}$ | $C_6H_3$ — $NH_2$ (1), $NH_2$ (3), $CH_3$ (6) | $C_{10}H_6<^{NH_2\,(1)}_{NH_2\,(5)}$ | $C_{10}H_6<^{NH_2\,(1)}_{NH_2\,(8)}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (V)................ | 124° | 125-126° | 204-205° | 85° | 217° déc. | 195-196° |
| (VI)............... | 123° | 144° | 221° | 120° | – | 203° |
| (IV)............... | 205-212° déc. | 253-254° déc. | 282° déc. | 187° | – | 220-222° |
| N° des produits..... | 701 | 702 | 703 | 704 | – | 707 |

([3]) D. Sprinson, *J. Amer. Chem. Soc.*, 63, 1941, p. 2249.

La toxicité des cinq iodures d'ammoniums quaternaires (IV) a été déterminée chez la Souris par la méthode de Kaerber et Behrens :

l'ordre des toxicités croissantes est le suivant : ortho $<$ méta $<$ para pour les dérivés substitués du benzène;

en position méta, le dérivé du toluène est moins toxique que celui du benzène.

L'activité curarisante est mesurée par la chute de la tête du Lapin : les composés 701, 702, 707 en sont dépourvus. Les corps 704 et surtout 703 ne présentent une activité curarisante qu'à une dose nettement supérieure à la Dose Léthale 50 (D. L. 50).

Le tableau suivant indique les valeurs observées :

| Produits n° | 701 | 702 | 703 | 704 | 707 |
|---|---|---|---|---|---|
| D. L. 50 voie I. V. (mg/kg) | 100 | 3 | 2 | 4,8 | 17 |
| Chute de la tête du Lapin (mg/kg) | Pas d'action | | 7,3 | 6,5 | Pas d'action |

PHARMACODYNAMIE. — *Sur la toxicité des tétraalcoylstannnanes symétriques.* Note de MM. **Fernand Caujolle**, **Michel Lesbre** et M^lle **Denise Meynier**, transmise par M. Léon Binet.

Le tétrapropylstannane et le tétrabutylstannane ont été obtenus par la méthode de Krause et von Grosse, à partir du chlorure stannique en solution benzénique et de l'halogénure d'alcoylmagnésium correspondant [1]. La même méthode ne conduit pas à des rendements satisfaisants avec les halogénures de rang supérieur; pour obtenir les tétraamyl, tétrahexyl, tétraheptyl et tétraoctylstannanes, après trois heures de reflux, l'éther doit être chassé et remplacé par du xylène, au sein duquel la réaction s'achève en six heures d'ébullition (rendements 63 à 90 %).

La purification et l'analyse des six stannanes normaux obtenus ont été réalisées suivant les techniques déjà indiquées [2]. Les produits très purs utilisés au cours de nos essais présentaient les constantes physiques suivantes :

| | Point d'ébullition (°C). | Indice de réfraction $n_D^t$. | Densité ($d_4^{20}$). |
|---|---|---|---|
| Propylstannane | 113/10 mm | 1,4748 à 20° | 1,1070 |
| Butylstannane | 145/11 » | 1,4739 à 19° | 1,0541 |
| Amylstannane | 182/10 » | 1,4738 à 17° | 1,0159 |
| Hexylstannane | 193/ 3 » | 1,4756 à 16° | 0,9936 |
| Heptylstannane | 218/ 3 » | 1,4729 à 19° | 0,9743 |
| Octylstannane | 224/ 1 » | 1,4730 à 18° | 0,9609 |

(1) E. Krause et von Grosse, *Die Chemie der Metallorganischen Verbindungen*, Berlin, 1937, p. 315.

(2) M. Lesbre et R. Dupont, *C. R. 78e Congrès Soc. Sav. Toulouse*, 1953, p. 431.

| Nature du tétraalcoylstannane (quantités injectées en mM/kg). | | Pourcentage de mortalité après : heures | | | | | | | | | jours | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1/2. | 1. | 2. | 3. | 4. | 6. | 10. | 12. | 24. | 2. | 3. | 4. | 6. | 8. | 10. | 20. | 30. |
| Tétrapropylstannane | 0,10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0,25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 50 | 70 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| | 4 | 10 | 20 | 20 | 30 | 30 | 60 | 60 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 10 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 60 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 20 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Tétrabutylstannane | 0,25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 10 | 30 | 30 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 20 | 40 | 50 | 80 | 80 | 80 | 80 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 10 | 0 | 0 | 0 | 40 | 50 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 20 | 0 | 0 | 0 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 40 | 0 | 10 | 10 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 60 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Tétraamylstannane | 0,25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 30 | 30 | 40 | 70 | 70 | 80 | 80 | 80 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 50 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 70 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 60 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Tétrahexylstannane | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 20 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 30 | 30 | 40 | 70 | 70 | 90 | 100 | 100 |
| | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 20 | 80 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 150 | 0 | 0 | 0 | 60 | 60 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Tétraheptylstannane | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 30 | 40 | 40 | 50 | 50 | 100 | 100 | 100 |
| | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 80 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 80 | 90 | 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Tétraoctylstannane | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

La toxicité a été éprouvée à l'égard de la Souris dans les conditions expérimentales précédemment décrites ([3]); les pourcentages de mortalité ont été établis systématiquement sur des séries de 10 ou 20 animaux observés pendant 30 à 40 jours consécutifs. Les résultats obtenus sont réunis dans le tableau ci-contre.

Dans la série homologue des poids moléculaires croissants, on peut admettre que l'agressivité immédiate des stannanes décroît avec l'élévation de leur masse moléculaire; cette décroissance de la toxicité devient de plus en plus nette quand les doses s'élèvent au-dessus de 2 mM/kg d'animal. Le tétraméthylstannane, moins toxique que le tétraéthylstannane, échappe à la remarque précédente ([3]).

La symptomatologie des intoxications est sensiblement identique pour l'ensemble des stannanes étudiés; elle se caractérise, ainsi que nous l'avons décrit dans le cas particulier du tétrabutylstannane ([4]), par la prédominance d'atteintes nerveuses (paralysie flasque du train postérieur s'étendant progressivement aux membres antérieurs) et de signes oculaires; dans le cas particulier du tétraméthylstannane ces signes se compliquent, pour certaines doses, d'une paralysie agitante de la tête et du cou, d'un type particulier.

Les réponses individuelles sont anormalement variables; il nous paraît essentiel d'insister sur la disproportion des pourcentages de mortalité observés à des échéances précoces ou différées : ainsi, tandis que la dose de 4 mM/kg de tétrahexylstannane n'entraîne aucune mort en 12 h, elle provoque une mortalité de 10 % en 24 h, 30 % en 2 jours, 70 % en 6 jours, 90 % en 10 jours et 100 % en 20 jours. Dans la série des stannanes aliphatiques normaux, la détermination de la DL 50 à l'échance habituelle de 24 h risque donc de faire illusion sur la toxicité réelle.

MICROBIOLOGIE. — *Influence de la température d'incubation sur la virulence expérimentale du vibrion cholérique.* Note de MM. **Jean Gallut** et **André Jude**, transmise par M. Jacques Tréfouël.

La virulence expérimentale pour la Souris blanche du vibrion cholérique varie avec les températures d'incubation des cultures : maximum à 18°, elle diminue progressivement avec le nombre des passages à 37°; sa diminution est immédiate et marquée à 41°5. Ces variations de la virulence sont sous la seule dépendance de la toxinogénèse.

Nous avons titré la virulence pour la Souris blanche de plusieurs souches de *Vibrio choleræ Ogawa*, récemment isolées de cas humains. Des cultures de 17 à 20 h de chacune de ces souches développées à 18°, 37 et 41°,5 ont été mises en

---

([3]) F. Caujolle, M. Lesbre et D. Meynier, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 556.

([4]) F. Caujolle, M. Lesbre et D. Meynier, *Soc. Pharm. Toulouse*, 16 mars 1954.

suspension en eau physiologique, puis injectées par voie péritonéale à la Souris blanche de 18-20 g. Le nombre de vibrions inoculés a été apprécié à l'électrophotomètre. Les doses léthales 50 (D.L 50) et leurs limites de confiance ont été calculées suivant le procédé statistique établi par l'un de nous avec Bonet-Maury et P. Servant [1]. Quelques-uns de ces résultats sont résumés dans le tableau I.

Tableau I.

| Souches. | Temp. incub. | D.L50 | limites de confiance |
|---|---|---|---|
| B—24 | 18° | $2{,}0 \cdot 10^8$ | (+ 2,4 — 1,6) |
| | 37° | 3,3. » | (+ 4,7 — 2,3) |
| | 41°,5 | 8,6. » | (+11,1 — 6,6) |
| B—113 | 18° | 2,5. » | (+ 3,5 — 1,6) |
| | 37° | 4,5. » | (+ 6,7 — 3,0) |
| | 41°,5 | 12,0. » | (+17,1 — 8,3) |
| B—144 | 18° | 1,6. » | (+ 2,5 — 1,0) |
| | 37° | 3,3. » | (+ 4,8 — 2,2) |
| | 41°,5 | 12,0. » | (+18,0 — 8,0) |

Pour les souches figurant dans ce tableau, ainsi que pour les autres, la dose la plus faible de vibrions amenant la mort de 50 % des animaux inoculés a toujours été observée avec les cultures développées à 18°, la dose la plus élevée, avec les cultures développées à 41°,5, les cultures incubées à 37° ayant une DL 50 de valeur intermédiaire. Des titrages ont été faits après un certain nombre de passages aux températures mentionnées. A 18°, quel que soit le nombre des passages, la virulence demeure inchangée (DL 50 de 1,6 — 1,6 et $1{,}1 \times 10^8$ pour la souche 144, après 2, 8 et 17 repiquages). Par contre à 37° on assiste, au fur et à mesure des passages à une augmentation progressive de la DL 50 traduisant une baisse de la virulence (3,3 et $11{,}6 \times 10^8$ pour la souche 24 après 2 et 5 passages). Enfin à 41°,5, la diminution de la virulence est immédiate et importante (DL 50 de 12 et $14{,}5 \times 10^8$ pour la souche 144 après 2 et 8 passages).

Mais la diminution de virulence constatée à 41°,5 n'est pas définitive. Par des repiquages à 18° d'une culture développée à 41°5, on accroît la virulence; toutefois celle-ci demeure inférieure à celle des cultures de la même souche, constamment maintenue à 18°.

C'est ainsi que la DL 50 de la souche 144 passe de $12 \times 10^8$ (+ 18 — 8) pour les cultures à 41°,5, à $3{,}5 \times 10^8$ (+ 6,4 — 1,9) pour les repiquages de ces cultures à 18°, alors que la DL 50 des cultures toujours maintenues à 18° est de $1{,}6 \times 10^8$ (+ 2,5 — 1,0).

---

(1) P. Bonet-Maury, A. Jude et P. Servant, *Rev. Immunologie*, 18, 1954, p. 21.

Au cours de nos expériences nous n'avons pas constaté de variations S — R des colonies. D'autre part des agglutinations croisées faites avec des sérums expérimentaux, préparés avec les diverses cultures, ne nous ont pas montré de modifications antigéniques, comme celles que l'on peut observer dans le cas de *Salmonella typhi*, par exemple, où le développement d'un des facteurs de la virulence, l'antigène Vi, est en étroite relation avec la température de développement des cultures ([2]), ([3]).

Dans une seconde série d'expériences nous avons titré pour une même souche les toxines préparées à 18, 37 et 41°, suivant le procédé décrit par l'un de nous avec P.-N. Bernard ([4]), et qui lui a permis de constater la plus grande toxicité des souches isolées, chez un même malade, au cours de la période hypothermique de l'affection ([5]).

La technique expérimentale, et la méthode de calcul de la DL 50, ont été celles utilisées précédemment.

Pour la souche 144 les résultats on été les suivants :

Tableau II.

| Température incubée (°C). | Nombre de passages. | Titre (nombre de DL 50) (cm³). |
|---|---|---|
| 18-20 | 1 | 41,6-66,6-50-40-52,6 |
| 37 | 1 | 17,5-20 |
| 37 | 30 | 17,5 |
| 41 | 30 | 2,5 |
| 41 | 55 | 4,4 |

Le pouvoir toxigène varie donc comme la virulence : les toxines les plus actives sont obtenues lorsque la culture est maintenue à 18-20°, les plus faibles à 41°. Les toxines élaborées à 37° ont une activité intermédiaire. La baisse de la toxigénèse à 37° et à 41° n'est pas définitive. En incubant à 18° des repiquages faits à partir de la culture maintenue à 41° nous avons en effet observé une augmentation du titre qui reste cependant inférieur à celui obtenu à 18°. C'est ainsi par exemple qu'après 7 et 25 passages à 20° d'une culture maintenue à 41° pendant 30 repiquages quotidiens, le titre de la toxine est passée de 2,5 à 6,8.

Il semble donc possible de rattacher les modifications de la virulence de *Vibrio choleræ Ogawa*, sous l'influence de la température d'incubation, aux variations du pouvoir toxigène. La virulence du vibrion cholérique ne paraît être liée qu'à un seul facteur : la toxicité.

---

([2]) A. Félix, S. J. Bhatnagar et R. M. Pitt, *Brit. J. exp. Path.*, 15, 1934, p. 346.
([3]) A. Jude et P. Nicolle, *Comptes rendus*, 234, 1952, p. 1718.
([4]) P. N. Bernard et J. Gallut, *C. R. Soc. Biol.*, 137, 1943, p. 10.
([5]) J. Gallut, *Comptes rendus*, 237, 1953, p. 1038.

VIROLOGIE. — *Sur le pouvoir adsorbant de complexes protéiques à l'égard du virus de la fièvre aphteuse, et sur la possibilité de libérer ce dernier par ultra-filtration.* Note de MM. **Jean-Pierre Thiery**, **Carel-Jan Van Oss**, **Louis Salomon**, M^mes **Léone Salomon** et **Micheline-P. Doucet**, présentée par M. Gaston Ramon.

Pour nous rendre compte de l'action sur le virus de la fièvre aphteuse de complexes protéiques plus gros que lui, nous l'avons associé au virus vaccinal (complexe protéique de dimensions connues et facilement dosable par ses actions biologiques), puis ensuite séparé par ultrafiltration dans l'ultrafiltre d'Ambard.

Les membranes ultrafiltrantes utilisées sont des parois intestinales de porc chinois, légèrement desséchées à l'air libre, juste avant l'emploi. L'ultrafiltre d'Ambard est agité pendant l'opération pour éviter le colmatage, et la pression appliquée de 0,5 $kg/cm^2$.

Nous avons employé du virus aphteux de type O adapté au cobaye (dilué au départ à 1/50$^e$), et du virus vaccinal cultivé dans le testicule de lapin (dilué au départ à 1/100$^e$).

*Première expérience.* — 16 $cm^3$ d'un mélange de virus aphteux et de virus vaccinal en suspension dans de l'eau physiologique tamponnée à pH 7,6 sont mis à filtrer et donnent 4 $cm^3$ d'ultrafiltrat et 12 $cm^3$ de résidu. Les titrages sur Cobaye (virus aphteux) et Lapin (virus vaccinal) ont donné les résultats suivants :

| | Virus aphteux. — Titre. | Virus vaccinal. — Titre. |
|---|---|---|
| Départ................. | $10^{-3}$ | $10^{-7}$ |
| Ultrafiltrat............. | $10^{-4}$ | $10^{-2}$ |
| Résidu................. | $10^{-3}$ | $10^{-7}$ |

Nous voyons donc que la presque totalité du virus vaccinal a été retenu sur la membrane. L'élimination de ce complexe protéique a permis une forte augmentation du taux de la virulence du virus aphteux.

*Deuxième expérience.*— 16 $cm^3$ d'un mélange de virus aphteux (d'une haute virulence) et de virus vaccinal en suspension dans de l'eau physiologique tamponnée à pH 7,6 sont mis à filtrer et donnent 3,5 $cm^3$ d'ultrafiltrat et 12,5 $cm^3$ de résidu.

— Le virus aphteux, avant son association avec le virus vaccinal, provoque une fièvre aphteuse généralisée en 48 h aux dilutions suivantes : 1/50$^e$, 1/100$^e$, 1/500$^e$, 1/1000$^e$, 1/10 000$^e$, chez *tous* les cobayes inoculés (3 par dilution).

— Le virus aphteux mélangé avec le virus vaccinal, provoque une fièvre aphteuse généralisée en 48 h aux dilutions suivantes :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/50e | Généralisation chez | 0 | cobaye sur | 3 |
| 1/100e | » | 2 | » | 3 |
| 1/500e | » | 2 | » | 3 |
| 1/1.000e | » | 3 | » | 3 |
| 1/10.000e | » | 3 | » | 3 |

— Le virus aphteux débarassé par ultrafiltration du virus vaccinal provoque une fièvre aphteuse généralisée en 48 h aux dilutions suivantes : 1/50e, 1/100e, 1/500e, 1/1000e, 1/10 000e, chez *tous* les cobayes inoculés (3 par dilution).

— Le virus aphteux mélangé avec le virus vaccinal, contenu dans le résidu, provoque une fièvre aphteuse généralisée en 48 h aux dilutions suivantes :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1/50e | Généralisation (peu prononcée) chez | 2 | cobayes sur | 3 |
| 1/100e | » | 2 | » | 3 |
| 1/500e | Généralisation chez | 3 | cobayes sur | 3 |
| 1/1.000e | » | 3 | » | 3 |
| 1/10.000e | » | 3 | » | 3 |

Dans la suspension de départ, contenant la vaccine seule, dans le mélange virus aphteux-vaccine et dans le résidu resté dans l'ultrafiltre, la vaccine se montre virulente à des dilutions allant de $10^{-2}$ à $10^{-7}$. L'ultrafiltrat ne donne par contre aucune réaction vaccinale chez le Lapin aux mêmes dilutions. La rétention du virus vaccinal au-dessus de la membrane est dans cette deuxième expérience de 100 %.

Nous constatons donc que le virus de la fièvre aphteuse, avant d'être mélangé avec le virus vaccinal, et, après en être débarrassé, est de virulence égale à toutes les dilutions essayées. En présence du virus de la vaccine, le virus aphteux est d'autant moins virulent que la concentration est plus forte.

Le fait, bien connu, que les dilutions fortement étendues ont souvent une virulence plus grande que les dilutions plus concentrées, fait qu'on rapportait à l'action des anticorps [1], semble d'après les résultats ci-dessus être provoqué par l'adsorption du virus aphteux par des grosses molécules; une telle adsorption devient plus faible, lors d'une grande dilution (même action que l'élution).

---

(1) E. F. FOGEDBY et E. MICHELSEN, *Bull. Off. Intern. des Epiz.*, 27, 1947, p. 201-220; J. BASSET, *Bull. Ac. Vet. Fr.*, 20, 1947, p. 442.

*Conclusions.* — Les complexes protéiques plus gros que le virus de la fièvre aphteuse sont susceptibles d'absorber ce virus, et de masquer sa virulence, surtout en faible dilution.

Par ultrafiltration sur parois intestinales de porc chinois, le virus aphteux a pu être libéré d'un mélange virus aphteux, virus vaccinal; une telle séparation peut être réalisée sur de grandes quantités ([2]).

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Résistance de l'organisme fœtal à l'infection syphilitique.* Note ([*]) de MM. **Raymond Pautrizel**, **Gaston Mayer**, M^mes **Annie Rivasseau-Coutant** et **Françoise Szersnovicz-Leglise**, présentée par M. Robert Courrier.

Des fœtus de Lapin, inoculés *in utero* de doses massives de tréponènes pathogènes, ne présentent, après la naissance, aucun signe d'infection syphilitique, alors que de jeunes lapins, inoculés immédiatement après la naissance, se montrent sensibles à l'infection syphilitique.

Depuis la découverte du tréponème de la syphilis, de nombreux auteurs ont essayé de réaliser expérimentalement la syphilis congénitale chez une espèce animale très sensible à l'infection syphilitique : le Lapin. Leurs tentatives n'auraient que rarement été couronnées de succès, certains auteurs ayant signalé des anomalies troublantes chez les jeunes lapins nés de parents syphilitiques, mais sans jamais apporter la preuve de la spécificité. Wiman ([1]), Uhlenhuth ([2]), Grigorieff et Yarysheff ([3]) ont noté au cours de leur expérimentation de très rares cas de kératite ou de lésion de la cloison nasale qui apparaitraient chez les jeunes lapins issus de mères syphilitiques. Les résultats restent donc dans l'ensemble peu concluants et, pour la plupart des auteurs, la non contamination du fœtus serait due à l'imperméabilité placentaire. Cependant Uhlenhuth ([2]), Finkelstein et Orlow ([4]) ont montré qu'on pouvait retrouver le tréponème chez le fœtus quand le spirochète est injecté à la lapine gravide, à condition que celle-ci soit sacrifiée dans les 24 h après l'injection de tréponèmes. Ces résultats ont été contestés par Kemp et Rosahn ([5]) qui ont repris ces expériences, mais il est vrai dans des conditions un peu différentes.

---

([2]) J.-P. Thiery, C. J. Van Oss, L. Salomon, M^me L. Salomon et M.-P. Doucet, *Comptes rendus*, 239, 1954, p. 1010.

([*]) Séance du 18 octobre 1954.

([1]) *Arch. f. dermat. u. Syph. Wien. u. Leipz.*, 93, 1908, p. 379-382.

([2]) *Med. Klin. Berl.*, 18, 1922, p. 1210, 1246 *et* 1273.

([3]) *Ann. mal. Vener*, 24, 1929, p. 166-188.

([4]) *Dermatolog. Wochensch*, 92, 1931, p. 203.

([5]) *Bull. Johns Hopk. Hosp.*, 60, 1937, p. 45-55.

En somme la transmission de la syphilis congénitale chez le Lapin serait, si non impossible, du moins très rare, et celà peut être dû, soit à l'imperméabilité placentaire vis-à-vis du tréponème, soit à une résistance particulière du fœtus.

Afin d'éliminer l'intervention de l'hypothétique « barrière placentaire » dans l'étude du mécanisme de défense de l'embryon de Lapin, nous avons essayé d'inoculer directement les fœtus avec le tréponème, après laparotomie de la femelle gravide et ouverture des cornes utérines. L'opération des embryons a été pratiquée suivant la technique de Jost [6].

Des fœtus de 23 à 27 jours ont été inoculés à la cuisse à l'aide d'une aiguille fine, avec des doses massives de tréponèmes pathogènes [souche Nichols [7]]. En général, deux embryons par portée sont inoculés; au moment de l'opération, ils sont marqués (ablation d'une phalange) pour être différenciés lors de la mise bas, des lapereaux non infectés.

Dans les conditions où nous avons opéré, nous n'avons jamais pu déclencher une infection syphilitique apparente ou inapparente chez les lapereaux inoculés *in utero*. Ces animaux ont cependant été soumis pendant plusieurs semaines après leur naissance, à divers critères biologiques qui se sont toujours révélés négatifs : recherche des lésions syphilitiques, recherche d'anticorps (réagine, immobilisine), détection de l'agent pathogène par passages ganglionnaires.

En revanche, de jeunes lapins inoculés après la naissance se montrent sensibles à l'infection syphilitique, et cette sensibilité augmente rapidement avec l'âge. C'est ainsi que des lapereaux inoculés 2 h après leur naissance avec des doses identiques de tréponèmes, se montrent réceptifs et font presque tous une syphilis inapparente décelée par des passages ganglionnaires. Mais si les animaux inoculés sont âgés de 4 à 6 jours, il se développe dans la plupart des cas, une infection syphilitique souvent apparente, avec présence de lésions où pullulent les tréponèmes. Il semble donc que le jeune animal acquiert rapidement une réceptivité au tréponème, sensiblement identique à celle de l'adulte. La différence de sensibilité à l'infection tréponémique de l'embryon et de l'adulte, ressort encore du fait que les embryons résistent à l'infection syphilitique malgré des inoculations de tréponèmes à doses massives, tandis qu'un certain nombre de lapines opérées pour inoculer les embryons (environ 25 %) ont présenté une syphilis inapparente, révélée ultérieurement par des tests sérologiques et des passages ganglionnaires. L'infection était due à la contamination

---

([6]) *C. R. Soc. Biol.*, **140**, 1946, p. 461-462.

([7]) La virulence de la souche de tréponèmes injectée, a été reconnue par syphilisation de jeunes lapins.

des lapines par quelques tréponèmes échappés de la plaie provoquée chez l'embryon lors de l'injection de la suspension de tréponèmes.

En résumé, il existe chez les embryons de lapin, une résistance considérable à l'infection syphilitique et qui contraste fortement avec la réceptivité des lapereaux âgés seulement de quelques heures. Ces résultats sont superposables à ceux obtenus sur la Souris, par Chedid et Boyer [8] avec *Trypanosoma Brucei*. Cette résistance des embryons à l'infection ne paraît pas s'expliquer par l'imperméabilité placentaire vis-à-vis de l'agent pathogène; les tréponèmes qui atteignent l'embryon, semblent être détruits au bout d'un temps plus ou moins long par des mécanismes de défense différents de ceux qui existent chez l'animal après la naissance.

La séance est levée à 16 h 5.

L. B.

---

(8) *Comptes rendus*, 233, 1951, p. 443.

